



**GUIA TÉCNICO DE
PREVENÇÃO DE INVASÃO
BIOLÓGICA ASSOCIADA
A ATIVIDADES DE
EMPREENDIMENTOS
LICENCIÁVEIS
EM UNIDADES DE
CONSERVAÇÃO FEDERAIS**





Presidente da República

Jair Messias Bolsonaro

Ministério do Meio Ambiente

Ministro do Meio Ambiente

Joaquim Álvaro Pereira Leite

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

Presidente do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

Marcos de Castro Simanovic

Diretor de Pesquisa, Avaliação e Monitoramento da Biodiversidade

Marcos Aurélio Venâncio

Coordenadora Geral de Estratégias para Conservação

Luciana Della Coletta

Coordenador Geral de Avaliação de Impactos

Igor Matos Soares

**Coordenador do Centro Nacional de Avaliação da Biodiversidade
e de Pesquisa e Conservação do Cerrado**

Rodrigo Silva Pinto Jorge

Equipe de coordenação e elaboração

Centro Nacional de Avaliação da Biodiversidade e de Pesquisa e Conservação do Cerrado

Alexandre Bonesso Sampaio

Tainah Corrêa Seabra Guimarães

Marina Guimarães Freitas

Marcelo Marcelino de Oliveira

Divisão Manifestação para Licenciamento Ambiental em Unidades de Conservação

Javan Tarsis Nunes Lopes



GUIA TÉCNICO DE PREVENÇÃO DE INVASÃO BIOLÓGICA ASSOCIADA A ATIVIDADES DE EMPREENDIMENTOS LICENCIÁVEIS EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO FEDERAIS



GUIA TÉCNICO DE PREVENÇÃO DE INVASÃO BIOLÓGICA ASSOCIADA A ATIVIDADES DE EMPREENDIMENTOS LICENCIÁVEIS EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO FEDERAIS

Equipe de elaboração deste guia

Alexandre Bonesso Sampaio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
Aline Selva Maia Campos - Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais
Ana Paula de Moraes Lira Gouvêa - Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Distrito Federal Brasília Ambiental
Anna Christina Mendo dos Santos - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
Arno Kayser - Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler do Rio Grande do Sul
Arthur Henrique Sakamoto - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
Ayuni Larissa Mendes Sena - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
Bruno Madalozzo - Universidade Federal de Santa Maria
Camila Garcia Gomes - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
Carlos Eduardo Ferrer Luzardo - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
Carlos Henrique Targino Silva - Ministério do Meio Ambiente
Carlos Roberto Abrahão - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
Carlos Romero Martins - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
Caroline Lorenci Mallmann - Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Infraestrutura do Rio Grande do Sul
Cintia Maria Santos Da Camara Brazao - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
Claudia Marcia Almeida Rios - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
Claudio Cazal de Araujo Lira Filho - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
Claudio Rodrigues dos Santos - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
Cristina Grabher - Secretaria de Meio Ambiente e Infraestrutura do Rio Grande do Sul
Daiane Andriollo - Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler do Rio Grande do Sul
Danyhelton Douglas Farias Dantas - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
Deborah Jane Lima de Castro - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
Edson Rangel Junior - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
Elaine Maria Lucas Gonsales - Universidade Federal de Santa Maria
Ênio Sosinski - Embrapa Clima Temperado do Rio Grande do Sul
Erandy Gomes da Silva - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
Fernanda Franco Bueno Buccì - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
Fernanda Silva de Melo Nobre - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
Fernando de Lima Fávaro - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
Fernando Augusto Galheigo - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
Fernando Pedro Marinho Repinaldo Filho - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
Flávia Medeiros Ferreira dos Santos - Voluntária
Frederico Severo Salamoni Seganfredo - Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler do Rio Grande do Sul
Gabriela Moraes Olmedo - Universidade do Vale do Rio dos Sinos
Geraldo de Franca Ottoni Neto - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
Giorgia Alves - Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina
Graziele Oliveira Batista - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
Hannah Cascelli Farinasso - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
Harry Boos - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
Helena de Lima Müller - Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina
Igor Luis Kaefer - Universidade Federal do Amazonas
Inara Carolina de Paula Ribas - Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás
Ivone Chaves - Instituto Água e Terra do Paraná
Jales Viana Falcão - Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Distrito Federal Brasília Ambiental
Janaina Aguiar - Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais
Javan Tarsis Nunes Lopes - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

José Renato Legracie Junior - Ministério do Meio Ambiente
Joselice Leone Lima Fonseca - Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Bahia
Kelly Ferreira Cottens - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
Laís Mozzaquattro - Secretaria de Meio Ambiente e Infraestrutura do Rio Grande do Sul
Lara Gomes Cortes - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
Laura Fernanda Ferreira Arantes Gonçalves - Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás
Leandro Jerusalinsky - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
Leila Sena Blos - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
Luana Von Linsingen Pasetchny - Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina
Lucas Ferrante - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
Luis Eduardo Freitas Tinoco - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
Marcelo Antônio da Silva Soares - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
Marcelo Bassols Raseira - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
Marcelo Fulgêncio Guedes de Brito - Universidade Federal de Sergipe
Marcelo Henrique de Carvalho - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
Marcelo Marcelino de Oliveira - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
Marcelo Checoli Mantelatto - Autônomo
Marco Aurélio da Silva - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
Maria Cristina Dreher Mansur - Museu de Ciências Naturais de Porto Alegre
Maria Izabel Soares Gomes da Silva - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
Mariana Antunes Pimenta - Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais
Mariana Onça - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
Marianne Silva Oliveira - Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Distrito Federal Brasília Ambiental
Marina Guimarães Freitas - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
Mário Soares - Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Marius da Silva Pinto Belluci - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
Michele de Azevedo Pinto - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
Mônica Cristina Cardoso da Fonseca - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
Mônica Mafra Valença Montenegro - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
Onildo João Marini Filho - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
Patrícia Pereira Serafini - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
Paulo Jardel Braz Faia - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
Pedro Braga Netto - Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Distrito Federal Brasília Ambiental
Pedro Henrique Cipresso Pereira - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
Priscila Franco Steier - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
Priscilla Correa de Moura Estevão - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
Rafael Pereira Pinto - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
Rafael Valadão - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
Rafael Zenni - Universidade Federal de Lavras
Raquel Borges de Souza - Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás
Raquel Mendes Miguel - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
Raul Candido Da Trindade Paixão Coelho - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
Raul Veloso Borba Neto - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
Ricardo Araújo - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
Rogério Pereira Bastos - Universidade Federal de Goiás
Rossana Baldanzi - Instituto Ambiental do Paraná
Sebastião Edinaldo Gonçalves Rodrigues - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
Simone Soares Salgado - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

GUIA TÉCNICO DE PREVENÇÃO DE INVASÃO BIOLÓGICA ASSOCIADA A ATIVIDADES DE EMPREENDIMENTOS LICENCIÁVEIS EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO FEDERAIS

Taina Rizzato Menegasso - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

Tainah Correa Seabra Guimarães - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

Tânia de Freitas Raso - Universidade de São Paulo

Tatiana Teixeira Leite Ribeiro - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

Tatiani Elisa Chapla - Ministério do Meio Ambiente

Tiago Quaggio Vieira - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

Vanessa Horta da Silva - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

Vanessa Moraes Nunes - Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina

Vanildo Ribeiro Paiva - Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais

Raiane de Melo Viana - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

Equipe de apoio

Desireé Cristiane Barbosa da Silva - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

Katia Torres Ribeiro - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

Mariana Gutiérrez de Menezes - WWF-Brasil

Fotos de capa e contracapa

Carregador de navios (*ship loader*) e estruturas portuárias para transporte aquático no interior da REBIO do Rio Trombetas, Porto Trombetas, Oriximiná Pará. Autor: Marco Aurélio da Silva.

Invasão de *Pinus* sp. na Floresta Nacional de Brasília, Distrito Federal. Autor: Alexandre Sampaio (Acervo CBC/ICMBio)

Manada de búfalos (*Bubalus bubalis*) na Reserva Biológica do Guaporé, Rondônia. Autor: Celso Costa Santos Júnior. (Acervo CBC/ICMBio)

Faixa de domínio de rodovia com gramínea braquiária (*Urochloa* sp.), Mato Grosso do Sul. Autora: Marina Guimarães Freitas (Acervo CBC/ICMBio)

Aquicultura marinha em Florianópolis, Santa Catarina. Autor: ©Marcelo F. Junior / Shutterstock

Navio no porto de Manaus, Amazonas. Autor: ©Alexandre Sampaio

Pastagem exótica no entorno do Parque Nacional da Serra da Canastra, Minas Gerais. Autor: ©Alexandre Sampaio

Plataforma de petróleo e gás no Rio de Janeiro. Autor: ©Renato Meireles / Shutterstock

Projeto gráfico e diagramação

Eduardo Guimarães - AG2 Comunicação

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

Guia técnico de prevenção de invasão biológica associada a atividades de empreendimentos licenciáveis em unidades de conservação federais [livro eletrônico]. -- 1. ed. -- Brasília, DF : Instituto Chico Mendes -ICMBio, 2022.

PDF.

Vários colaboradores.

Bibliografia

ISBN 978-65-5693-035-0

1. Ambientes aquáticos 2. Empreendimentos 3. Espécies em extinção 4. Espécies exóticas
5. Licenciamento ambiental - Brasil 6. Meio ambiente - Preservação 7. Sustentabilidade ambiental.

22-104126

CDD-304.2

Índices para catálogo sistemático:

1. Meio ambiente : Preservação : Ecologia humana 304.2

Aline Grazielle Benitez - Bibliotecária - CRB-1/3129

Apoio

A elaboração e diagramação do Guia Técnico de Prevenção de Invasão Biológica Associada a Atividades de Empreendimentos Licenciáveis em Unidades de Conservação Federais 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.

O projeto Pró-Espécies é coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) e implementado pelo Fundo Brasileiro para a Biodiversidade (Funbio), sendo o WWF-Brasil a agência executora.

INFOGRÁFICOS DESTA PUBLICAÇÃO

Ao longo dos capítulos, serão representadas as principais vias e vetores de introdução e dispersão de espécies exóticas invasoras por meio de infográficos. Pontos em vermelho indicam a localização, estrutura ou atividade que pode conter a espécie. A legenda, apresentada a seguir, informa os principais grupos de organismos que são associados as atividades licenciáveis.



Propágulos de plantas



Répteis



Invertebrados terrestres



Gramíneas



Aves



Invertebrados marinhos



Árvores e arbustos



Anfíbios



Invertebrados dulcícolas



Sementes



Mamíferos



Macrófitas e algas



Peixes

GUIA TÉCNICO DE PREVENÇÃO DE INVASÃO BIOLÓGICA ASSOCIADA A ATIVIDADES DE EMPREENDIMENTOS LICENCIÁVEIS EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO FEDERAIS

A instalação e a operação de empreendimentos, como rodovias, podem introduzir e dispersar gramíneas exóticas invasoras em unidades de conservação, como no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, GO.

©Leonardo Mercon / Shutterstock

APRESENTAÇÃO

A prevenção da chegada de espécies exóticas é considerada a opção de manejo de menor custo e maior eficiência para combater invasões biológicas. Medidas preventivas a estas invasões são fundamentais para a conservação de espécies nativas, ecossistemas e patrimônio genético e natural em Unidade de Conservação federais.

O Guia Técnico de Prevenção de Invasão Biológica Associada a Atividades de Empreendimentos Licenciáveis em Unidades de Conservação Federais foi idealizado e desenvolvido para suprir a lacuna de identificação prévia e orientação de medidas para evitar possíveis riscos e impactos associados à invasão biológica nas Unidades de Conservação federais, decorrentes da instalação e operação de empreendimentos sujeitos ao licenciamento ambiental.

Em capítulos independentes, são apresentadas 10 atividades licenciáveis considerando sua implementação em ambientes marinho, terrestre ou aquático continental. Foram priorizadas as atividades associadas às principais vias de introdução e dispersão de espécies exóticas invasoras com ocorrência conhecida em Unidades de Conservação Federais.

O Guia é estruturado em formato de perguntas e respostas relacionadas às atividades, conforme as tipologias dos empreendimentos, as vias e vetores de introdução e dispersão de espécies exóticas invasoras reconhecidos para cada atividade, assim como os ambientes mais suscetíveis à invasão. As respostas fornecidas também buscam esclarecer sobre as medidas de prevenção à invasão biológica.

As medidas preventivas indicadas neste Guia são de caráter orientador, abordam situações pertinentes à prevenção de invasão biológica e alcançam diversos grupos taxonômicos de espécies exóticas invasoras.

Este Guia é o primeiro passo para abordar essa discussão no âmbito do licenciamento ambiental e uma iniciativa para orientar a prevenção de novas invasões biológicas em Unidades de Conservação federais; seja por espécies exóticas ainda não introduzidas no país, seja por espécies que já ocorrem na paisagem em que essas áreas protegidas estão inseridas.

O aprimoramento das medidas de prevenção à invasão biológica é um desafio constante. Porém, ações preventivas são essenciais para evitar impactos ambientais decorrentes da introdução de espécies exóticas invasoras. Este Guia deverá ser revisado e complementado periodicamente.

Esperamos que a leitura do conteúdo técnico exposto a seguir possa contribuir para a adoção de medidas mitigadoras à invasão biológica nas Unidades de Conservação federais, bem como para o amadurecimento das discussões relacionadas à prevenção da introdução de espécies exóticas invasoras associada as atividades de empreendimentos licenciáveis.

Marcos Aurélio Venâncio

Diretor de Pesquisa, Avaliação e Monitoramento da Biodiversidade



Uma das principais vias de introdução e dispersão é o plantio de espécies exóticas para formação de pastagens e posterior dispersão para ambiente natural. As espécies exóticas invasoras de gramíneas, como a braquiária (*Urochloa ruziziensis*), invadem diferentes habitat causando mudanças na composição vegetal e diminuindo a riqueza de plantas nativas.

©Marina Freitas / Banco CBC/ICMBio

SUMÁRIO

Introdução	11
Referências	14
CAPÍTULO 1: Instalação e Manutenção de Plataformas de Produção de Petróleo e Gás Natural.....	17
Referências.....	22
CAPÍTULO 2: Atividade de Navegação em Empreendimentos Diversos.....	25
Referências.....	32
CAPÍTULO 3: Operação e Manutenção de Portos, Marinas e Estaleiros	37
Referências.....	43
CAPÍTULO 4: Atividades de Afundamentos Assistidos para a Criação de Recifes Artificiais	47
Referências.....	52
CAPÍTULO 5: Atividades de Movimentação de Solo e Manejo de Plantas	55
Referências.....	65
CAPÍTULO 6: Plantio de Vegetação Direcionado a Recuperação de Áreas Degradadas, Compensação Ambiental, Controle de Erosão, Paisagismo e Barreiras.....	69
Referências.....	77
CAPÍTULO 7: Atividades de Manejo florestal e Silvicultura	81
Referências.....	90
CAPÍTULO 8: Atividade de Aquicultura.....	95
Referências.....	112
CAPÍTULO 9: Atividade de Pecuária e Produção Animal	119
Referências.....	132
CAPÍTULO 10: Atividade de Uso e Manejo da Fauna Exótica em Cativeiro	139
Referências.....	150
Glossário.....	157
Anexo I	163
Anexo II	171



Alguns animais de criação podem escapar acidentalmente ou serem abandonadas, estabelecendo populações asselvajadas e causando danos à biodiversidade, como os búfalos (*Bubalus bubalis*) na Reserva Biológica do Guaporé, RO.

©Celso Costa Santos Júnior / Acervo CBC/ICMBio

INTRODUÇÃO

As Unidades de Conservação (UCs) são áreas protegidas, legalmente instituídas pelo poder público com objetivo de preservação e/ou conservação em decorrência de características naturais relevantes. Essas áreas protegidas, apesar de serem a principal estratégia contra a perda de biodiversidade, vêm sofrendo forte pressão da ação humana. O controle da invasão biológica está entre os principais desafios ambientais decorrentes desses impactos antrópicos.

De acordo com a Convenção sobre Diversidade Biológica - CDB, de 1992 (Brasil, 1998), Espécies Exóticas Invasoras (EElis) são aquelas que ocorrem fora de sua área de distribuição natural cuja introdução e/ou dispersão ameaçam a diversidade biológica. A introdução de espécies exóticas, intencional ou acidental, está relacionada com atividades humanas que movimentam espécies de seus ambientes naturais para uma região fora desta faixa, transpondo barreiras naturais nunca ultrapassadas pela própria espécie. Muitas destas novas espécies introduzidas possuem a capacidade de manter populações saudáveis, produzir descendentes férteis e de se dispersar por longas distâncias além dos locais da introdução, ameaçando assim a diversidade biológica nativa. A ausência de organismos competidores, predadores ou parasitas, também podem favorecer a invasão biológica.

De forma geral, as EElis podem possuir mecanismos de propagação eficientes, como alta produção e dispersão de propágulos (ex.: ovos, sementes, larvas, indivíduos adultos, etc.), idade reprodutiva precoce, resistência e tolerância a diversos fatores ambientais e alta taxa de regeneração, como já constatado em diversas espécies, sejam elas terrestres, aquáticas continentais ou marinhas. Por exemplo, o coral-sol - *Tubastraea coccinea* e *T. tagusensis* - produz grande quantidade de larvas, tem alta taxa de regeneração e assentamento, e

se adapta bem a praticamente qualquer substrato (Glynn *et al.*, 2008; Paula *et al.*, 2014; Capel *et al.*, 2014, 2017; Luz *et al.*, 2018). Espécies do gênero *Pinus* e *Acacia*, como *P. elliottii* e *A. mangium*, possuem rápidas taxas de crescimento, alta produção de sementes e alta taxa de sobrevivência de mudas e, em geral, são tolerantes à sombra e patógenos (Pyšek & Richardson, 2007; Simberloff *et al.*, 2010; Dodet & Collet, 2012; Aguiar *et al.*, 2014). Outros exemplos são a tilápia *Coptodon rendalli* e a rã *Lithobates catesbeianus*, que possuem altas taxas reprodutivas, maturidade sexual precoce, desova frequente e altas taxas de sobrevivência da prole (Kaefer *et al.*, 2007; Forneck *et al.*, 2021). Além de possuir essas características, as EElis ameaçam a biodiversidade, impactando populações e comunidades nativas nos ambientes em que foram introduzidas (Creed, 2006; Pelicice & Agostinho, 2009; Lages *et al.*, 2011; Sousa, 2011; Barros *et al.*, 2012; Mantelatto & Creed, 2015; Miranda *et al.*, 2016; Thomsen *et al.*, 2016).

Normalmente essas características propiciam a intensa expansão populacional das EElis que, aliada a comportamentos nocivos, resultam em impactos às espécies nativas. De fato, há diversos registros de EElis afetando negativamente populações e comunidades nativas nos ambientes em que foram introduzidas (Creed, 2006; Pelicice & Agostinho, 2009; Lages *et al.*, 2011; Sousa, 2011; Barros *et al.*, 2012; Mantelatto & Creed, 2015; Miranda *et al.*, 2016; Thomsen *et al.*, 2016). Esses impactos podem ocorrer em diversos mecanismos e níveis, por exemplo, EElis podem causar a degradação das funções do ecossistema, assim como alterar as interações tróficas, o ciclo de nutrientes, a estrutura da comunidade e a composição de espécies nativas dos ecossistemas (Mack *et al.*, 2000; Lockwood *et al.*, 2007) e inserir patógenos exóticos. Além disso, EElis estabelecidas também podem facilitar a entrada, o estabelecimento e a dispersão de outra

EEl, aumentando assim a interação entre espécies e o impacto invasivo (Simberloff & Holle, 1999; Vinagre *et al.*, 2018). Conseqüentemente, é notório que EEIs ameaçam a biodiversidade, sendo reconhecidas como relevantes causadoras de impactos ambientais. Além dos prejuízos ambientais, as EEIs podem causar prejuízos à economia (Pimentel *et al.*, 2005; Diagne *et al.*, 2021) e à saúde humana (Lounibos, 2002).

Destaca-se que, ainda que haja desconhecimento em relação aos impactos negativos causados por algumas espécies exóticas sobre a biodiversidade, mesmo quando em altas densidades populacionais como, por exemplo, o ofiuróide epibionte *Ophiorthela mirabilis* encontrado em partes do litoral brasileiro (Mantelatto *et al.*, 2016), isso não deve inibir a atuação preventiva. A falta de informações sobre os impactos gerados por espécies exóticas não descarta a possibilidade de serem invasoras e reforça a necessidade de mais estudos e da implementação de ações preventivas de controle da dispersão da espécie, seguindo o princípio da precaução.

Diante destes riscos à biodiversidade, especialmente nas UCs, devem ser empregadas medidas de prevenção à introdução destas espécies, além de práticas de erradicação e controle de suas populações. Enquanto a prevenção tem como objetivo impedir ou reduzir a introdução de espécies exóticas em um novo ambiente, a erradicação visa extinguir essas espécies no novo ambiente em que foram introduzidas e o controle tem como efeito desejado a redução das populações exóticas em níveis toleráveis de indivíduos ou contidas em espaços delimitados. Estas ações estão condizentes com as diretrizes da CDB (Brasil, 1998) e com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Nações Unidas (ONU, 2020) que preveem a implementação de medidas para reduzir o impacto de EEIs sobre a biodiversidade, contemplando prevenção, controle e erradicação.

A prevenção à introdução de espécies exóticas é a principal estratégia no combate à invasão biológica e às conseqüentes ameaças à biodiversidade, uma

vez que é mais efetiva e de menor custo do que o manejo das populações já estabelecidas. No entanto, impedir a introdução destas espécies ou reduzir a sua dispersão são imensos desafios para a gestão de EEIs. As vias e vetores de dispersão que favorecem a introdução de espécies exóticas estão intimamente relacionadas às atividades humanas, sendo elementos essenciais para a definição de estratégias de prevenção. Entende-se por vetores os meios ou agentes dispersores pelos quais as espécies são transportadas para novas localidades, como embarcações, veículos terrestres e aéreos, solo, produtos naturais em forma bruta, matérias-primas diversas, dentre outros. Já as vias são as rotas e atividades que conduzem a introdução voluntária ou involuntária, como estradas, rios, mares, oceanos, comércio, cultivo ou criação de espécies exóticas. Muitas dessas atividades são admitidas como empreendimentos licenciáveis pelo poder público.

No intuito de reduzir e superar essas fragilidades, este Guia apresenta orientações técnicas para prevenir a introdução de EEIs em UCs federais em decorrência da instalação e operação de empreendimentos sujeitos ao licenciamento ambiental. Este documento visa orientar o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) como órgão gestor da UC federal, na identificação prévia de possíveis riscos e impactos e nas manifestações relativas às atividades, os órgãos ambientais licenciadores, na avaliação durante o processo de licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades, bem como os empreendedores, durante o planejamento do empreendimento. Deste modo, o Guia propõe medidas práticas em relação às medidas mitigadoras e de manejo para a prevenção à invasão biológica e seus possíveis impactos nas UCs.

A região de abrangência deste Guia são as UCs federais e suas Zonas de Amortecimento (ZAs). As medidas indicadas de prevenção à invasão biológica têm como principal objetivo a conservação dessas áreas protegidas, prevenindo a chegada de espécies exóticas e impedindo sua

dispersão na região. Portanto, as medidas são direcionadas às atividades realizadas nas UCs e ZAs, bem como elementos da infraestrutura que serão instalados e/ou operados dentro dessas regiões. Além disso, as medidas indicadas de prevenção à invasão podem orientar outros processos nas UCs, como autorizações diretas, autorizações e execução de pesquisa científica, elaboração de normas em plano de manejo, entre outras. Deve-se ressaltar, sem prejuízo das normas estabelecidas, que essas medidas são recomendadas aos empreendedores responsáveis por essas atividades e aos órgãos responsáveis pelo licenciamento ambiental dessas atividades. Em alguns casos, tais medidas poderão ser exigidas como condicionante do ICMBio, como órgão gestor da UC, para a implantação do empreendimento na área de sua competência e também no momento de renovação da licença ambiental. A qualquer momento, ao verificar uma situação de risco, o órgão gestor poderá solicitar ao órgão licenciador a inclusão de uma nova medida preventiva em empreendimentos já licenciáveis. Contudo, apesar do Guia ser direcionado às UCs federais e suas ZAs, o mesmo também poderá ser utilizado como fonte de consulta e referência a órgãos que estejam atuando no licenciamento ambiental em outras áreas.

O Guia é estruturado em formato de perguntas e respostas. As perguntas foram relacionadas às atividades impactantes, conforme as tipologias dos empreendimentos. Relacionam-se, ainda, às vias e vetores de introdução e dispersão de EEIs reconhecidos para cada atividade, assim como aos ambientes mais suscetíveis às EEIs já conhecidas ou aos grupos taxonômicos. Por fim, as perguntas também se direcionam ao esclarecimento quanto às medidas de prevenção à invasão biológica.

Foram priorizadas dez atividades licenciáveis considerando sua implementação em ambientes marinho, terrestre ou aquático continental, apresentadas ao longo dos 10 Capítulos. Todas essas atividades são potencialmente poluidoras e utiliza-

doras de recursos ambientais que necessitam de autorização para serem realizadas, conforme a Resolução Conama nº 237/1997 (Brasil, 1997) e Resolução Conama nº 001/1986 (Brasil, 1986). Idealmente, algumas atividades devem ser evitadas de serem implementadas em UCs e em suas ZAs, tendo em vista o elevado risco da dispersão e introdução de espécies exóticas e impactos às espécies nativas, inclusive as já ameaçadas de extinção. No entanto, a implementação de várias dessas atividades pode ser permitida, de acordo com a legislação vigente, categoria e plano de manejo de cada UC.

No caso de empreendimentos que têm como principal atividade a criação e/ou cultivo de espécies exóticas, deve-se reconhecer que o risco de escape é inerente e, em muitos casos, frequente. Assim, como principal forma de prevenção e precaução, o ideal é que empreendimentos localizados dentro ou no entorno de UCs não envolvam a criação de EEIs devido ao alto potencial de causar impactos à biodiversidade abrigada pela área protegida. Contudo, as restrições de criação de espécies exóticas nas UCs e em suas ZAs, devem estar estabelecidas em plano de manejo ou legislações vigentes que podem, inclusive, reconhecer listas oficiais de EEIs e impactos associados. No entanto, nos casos em que não for possível evitar o cultivo e/ou criação destas espécies, este Guia recomenda medidas de prevenção e contenção para reduzir o escape de indivíduos e propágulos para as UCs.

As medidas de prevenção à invasão aqui indicadas foram estabelecidas usando como referencial teórico e metodológico documentos nacionais e internacionais, que foram adaptadas e complementadas em oficinas de trabalho para atender às peculiaridades e realidades do processo de gestão das UCs em território brasileiro. Importante esclarecer, ainda, que essas medidas podem ser ajustadas conforme especificidades de cada empreendimento, processo de licenciamento ambiental e UCs. Cabe destacar a disponibilização, ao fim deste Guia, de um Glossário contendo alguns dos termos técnicos utilizados nos diferentes Capítulos e, também, um Resumo Expositivo, nos Anexos.

REFERÊNCIAS

- Aguiar Jr A, Barbosa RI, Barbosa JB, Mourão Jr M. Invasion of *Acacia mangium* in Amazonian savannas following planting for forestry. *Plant Ecology & Diversity*, 7(1-2): 359-369, 2014.
- Barros LC, Santos U, Zanuncio JC, Dergam JA. *Plagioscion squamosissimus* (Sciaenidae) and *Parachromis managuensis* (Cichlidae): a threat to native fishes of the Doce River in Minas Gerais, Brazil. *PLoS One*, 7(6): 2012.
- Brasil. 1986. Resolução Conama nº 001, de 23 de janeiro de 1986. Ministério do Meio Ambiente. Diário Oficial da União. <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 28/05/2021.
- Brasil. 1997. Resolução Conama nº 237, de 19 de dezembro de 1997. Ministério do Meio Ambiente. Diário Oficial da União. <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>>. Acesso em: 28/05/2021.
- Brasil. 1998. Decreto nº 2.519, de 16 de março de 1998. Diário Oficial da União. <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D2519.htm>. Acesso em: 10/06/2021.
- Capel KCC, Migotto AE, Zilberberg C, Kitahara MV. Another tool towards invasion? Polyp “bail-out” in *Tubastraea coccinea*. *Coral Reefs*, 33: 1165, 2014.
- Capel KCC, *et al.* Clone wars: asexual reproduction dominates in the invasive range of *Tubastraea* spp. (Anthozoa: Scleractinia) in the South-Atlantic Ocean. *PeerJ*, 5: 3873, 2017.
- Creed JC. Two invasive alien azooxanthellate corals, *Tubastraea coccinea* and *Tubastraea tagusensis*, dominate the native zooxanthellate *Mussismilia hispida* in Brazil. *Coral Reefs*, 25(3): 350-350, 2006.
- Diagne C, *et al.* High and rising economic costs of biological invasions worldwide. *Nature*, 592(7855): 571-576, 2021.
- Dodet M, Collet C. When should exotic forest plantation tree species be considered as an invasive threat and how should we treat them? *Biological Invasions*, 14(9): 1765-1778, 2012.
- Forneck SC, Dutra FM, Camargo MP, Vitule JRS, Cunico AM. Aquaculture facilities drive the introduction and establishment of non-native *Oreochromis niloticus* populations in neotropical streams. *Hydrobiologia*, 848(9): 1955-1966, 2021.
- Glynn PW, *et al.* Reproductive ecology of the azooxanthellate coral *Tubastraea coccinea* in the Equatorial Eastern Pacific: Part V. Dendrophylliidae. *Marine Biology*, 153(4): 529-544, 2008.
- Kaefer ÍL, Boelter RA, Cechin SZ. Reproductive biology of the invasive bullfrog *Lithobates catesbeianus* in southern Brazil. *Annales Zoologici Fennici*, 44(6): 435-444, 2007.
- Lages BG, Fleury BG, Menegola C, Creed JC. Change in tropical rocky shore communities due to an alien coral invasion. *Marine Ecology Progress Series*, 438: 85-96, 2011.
- Luz BLP, Capel KCC, Zilberberg C, Flores AAV, Migotto AE, Kitahara MV. A polyp from nothing: the extreme regeneration capacity of the Atlantic invasive sun corals *Tubastraea coccinea* and *T. tagusensis* (Anthozoa, Scleractinia). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 503, 60–65, 2018.

- Lockwood JL, Hoopes MF, Marchetti MP. 2007. Invasion ecology. Blackwell. 313p.
- Lounibos LP. Invasions by insect vectors of human disease. *Annual Review of Entomology*, 47(1): 233-266, 2002.
- Mack RN, Simberloff D, Lonsdale WM, Evans H, Clout M, Bazzaz FA. Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences and control. *Ecological Applications*, 10:689-710, 2000.
- Mantelatto MC, Creed JC. Non-indigenous sun corals invade mussel beds in Brazil. *Marine Biodiversity*, 45(4): 605-606, 2015.
- Mantelatto MC, Vidon LF, Silveira RB, Menegola C, Rocha RM, Creed JC. Host species of the non-indigenous brittle star *Ophiothela mirabilis* (Echinodermata: Ophiuroidea): an invasive generalist in Brazil? *Marine Biodiversity Records*, 9(1): 1-7, 2016.
- Miranda RJ, Cruz IC, Barros F. Effects of the alien coral *Tubastraea tagusensis* on native coral assemblages in a Southwestern Atlantic coral reef. *Marine Biology*, 163(3): 1-12, 2016.
- ONU (Organização das Nações Unidas). Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>>. Acesso em: 18/06/2020.
- Paula AF, Pires DO, Creed JC. Reproductive strategies of two invasive sun corals (*Tubastraea* spp.) in the southwestern Atlantic. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 94: 481-492, 2014.
- Pelicice FM, Agostinho AA. Fish fauna destruction after the introduction of a non-native predator (*Cichla kelberi*) in a neotropical reservoir. *Biological Invasions*, 11(8): 1789-1801, 2009.
- Pimentel D, Zuniga R, Morrison D. Update on the environmental and economic costs associated with alien-invasive species in the United States. *Ecological Economics*, 52: 273-288, 2005.
- Pyšek P, Richardson DM. 2007. Traits associated with invasiveness in alien plants: where do we stand?, p. 97-125. In: Nentwig W. (ed.). *Biological invasions*. Springer. 446p.
- Simberloff D, Von Holle B. Positive interactions of nonindigenous species: invasional meltdown? *Biological Invasions*, 1(1): 21-32, 1999.
- Simberloff D, *et al.* Spread and impact of introduced conifers in South America: lessons from other southern hemisphere regions. *Austral Ecology*, 35(5): 489-504, 2010.
- Sousa WTZ. *Hydrilla verticillata* (Hydrocharitaceae), a recent invader threatening Brazil's freshwater environments: a review of the extent of the problem. *Hydrobiologia*, 669(1): 1-20, 2011.
- Thomsen MS, Wernberg T, South PM, Schiel DR. 2016. Non-native seaweeds drive changes in marine coastal communities around the world, p. 147-185. In: Hu ZM, Fraser C (eds.). *Seaweed phylogeography: adaptation and evolution of seaweeds under environmental change*. Springer. 395p.
- Vinagre C, Silva R, Mendonça V, Flores AA, Baeta A, Marques JC. Food web organization following the invasion of *habitat-modifying Tubastraea* spp. corals appears to favour the invasive borer bivalve *Leiosolenus aristatus*. *Ecological Indicators*, 85: 1204-1209, 2018.



Plataformas, estruturas e equipamentos relacionados com a exploração e produção de petróleo e gás podem servir de substrato para diversas espécies exóticas invasoras incrustantes.

©CanvaPro

CAPÍTULO 1: INSTALAÇÃO E MANUTENÇÃO DE PLATAFORMAS DE PRODUÇÃO DE PETRÓLEO E GÁS NATURAL



QUAIS SÃO AS ATIVIDADES QUE PODEM GERAR IMPACTOS ASSOCIADOS À INVASÃO BIOLÓGICA?

Todas as atividades de instalação e manutenção de plataformas, estruturas e equipamentos relacionadas com a exploração e produção de petróleo e gás, localizadas em ambiente marinho e zona de transição terra-mar, apresentam grande potencial de introduzir EEIs e gerar impactos associados à invasão biológica. As superfícies destas plataformas, estruturas e equipamentos podem servir de substrato para diversas EEIs incrustantes (Ferreira *et al.*, 2006), e, concomitantemente com seu deslocamento, podem aumentar a sua dispersão (Creed *et al.*, 2016).

A atividade de exploração e produção (E&P) *offshore* de petróleo e gás abrange as fases de pesquisa sísmica marítima (pesquisa geológica e geofísica), de perfuração e de produção. Os impactos ambientais associados à invasão biológica tratados nesse Capítulo estão relacionados à bioincrustação em plataformas, embarcações, estruturas e equipamentos *offshore* de petróleo e gás. Impactos relacionados à água de lastro, que também são associados a tipologias do setor de petróleo e gás, são tratados no Capítulo referente à navegação, considerando tanto os diferentes vetores quanto as medidas preventivas.

QUAIS AS VIAS E OS VETORES DE INTRODUÇÃO E DISPERSÃO DE EEIS ASSOCIADOS À ATIVIDADE?

As plataformas, embarcações de apoio, estruturas e equipamentos são os focos da contaminação, tornando-se vetores de transporte e dispersão de espécies marinhas, através dos quais uma espécie incrustada é levada de uma região para uma nova região, fora de sua área de distribuição natural. Tais atividades previstas no empreendimento podem oferecer nichos disponíveis e ambientes que facilitam o estabelecimento das EEIs pela bioincrustação, como os substratos artificiais do casco, estruturas modulares, estacas, âncoras, boias, dutos, cabos, correntes, entre outras estruturas.

A indústria do petróleo e gás tem como característica o compartilhamento de recursos e equipamentos em escala global. Durante as atividades as plataformas, estruturas e equipamentos podem ser movimentadas por longas distâncias e áreas distintas, podendo transportar espécies exóticas e, assim, atuar como fontes de propágulos para novas regiões. Dessa maneira, o transporte das espécies incrustadas nas estruturas durante a movimentação das plataformas é a principal via de introdução e dispersão de EEIs.

QUAIS AS TIPOLOGIAS DE EMPREENDIMENTOS QUE REALIZAM A ATIVIDADE?

Tipologias de empreendimentos da indústria de petróleo que utilizem quaisquer modelos de plataformas (*offshore*). A Lei nº 9.478/1997 (Brasil, 1997a), que dispõe sobre a política energética nacional, de-

fine indústria do petróleo como um conjunto de atividades econômicas relacionadas com a exploração, desenvolvimento, produção, refino, processamento, transporte, importação e exportação de petróleo, gás natural e outros hidrocarbonetos fluidos e seus derivados. Todas são previstas como atividades sujeitas ao licenciamento ambiental na Resolução Conama nº 237/1997 (Brasil, 1997b) e à elaboração do EIA/RIMA, de acordo com o art. 2º da Resolução Conama nº 001/1986 (Brasil, 1986), com os procedimentos para o licenciamento ambiental federal estabelecidos pela Portaria nº 422/2011 (Brasil, 2011).

No Brasil, normalmente são usadas plataformas fixas, semiflutuantes ou flutuantes, do tipo Fixa; Auto-elevável (ou autoelevatória ou *jack-up*); Semissubmersível; FPSO; FPSO Monocoluna; TLWP (plataforma de pernas atirantadas) e Navio-Sonda (Petrobras, 2020). As características e usos de cada tipo de plataforma, bem como as etapas de operação do setor, são descritos com riqueza de detalhes no Relatório Final do Grupo de Trabalho Coral-sol (Brasil, 2017).

QUAIS AS EEIS OU GRUPOS TAXONÔMICOS ASSOCIADOS À ATIVIDADE?

Estão associados a plataformas principalmente organismos sésseis que utilizem diversos substratos para se fixarem (bioincrustação ou incrustação biológica), como concreto, madeira, aço, plástico e até mesmo outros organismos.

As plataformas e outras estruturas associadas à exploração de petróleo são reconhecidas como os principais vetores de introdução dos corais invasores *Tubastraea* spp. (Ferreira *et al.*, 2006; Creed *et al.*, 2016). Navios-sondas e plataformas de petróleo e gás apresentam maior espessura de depósito de incrustação, quando comparados a outros navios, devido aos longos períodos em uma mesma localização de exploração de petróleo e menor locomoção, fornecendo tempo suficiente para o assentamento de diversas espécies através da incrustação. Essa quantidade de incrustação possibilita uma alta complexidade, o que por sua vez significa um aumento na disponibilidade de micro *habitat* e alta diversidade de espécies. Quando essas estruturas são deslocadas para diferentes fins, elas carregam um conjunto de genes representativos de espécies marinhas (Ferreira *et al.*, 2006).

Em UCs federais, as EEIs encontradas em incrustações de substratos artificiais são a ascídia solitária (*Styela plicata*), os corais-sol (*Tubastraea coccinea* e *Tubastraea tagusensis*), os moluscos bivalves (*Isognomon bicolor* e *Leiosolenus aristatus*) e a alga marinha (*Caulerpa scalpelliformis*). Essas espécies podem afetar organismos nativos e causar modificação das comunidades bentônicas de costões rochosos e em recifes de coral, reduzindo a abundância de macroalgas, esponjas e corais nativos (Falcão & Széchy, 2005; Simone & Gonçalves, 2006; Lages *et al.*, 2011; Bouzon *et al.*, 2012; Martinez, 2012; Miranda *et al.*, 2016). Além dessas, de acordo com Lopes (2009), outras espécies exóticas marinhas que ocorrem no Brasil, com impactos ecológicos semelhantes, possuem potencial de dispersão via incrustação, como moluscos bivalves (*Mytilopsis leucophaeta* e *Perna perna*), cracas (*Amphibalanus reticulatus* e *Megabalanus coccopoma*) e o coral mole (*Chromonephthea braziliensis*). Teixeira & Creed (2020) atualizaram a lista elaborada por Lopes (2009) e incluíram outras EEIs marinhas com potencial de dispersão via incrustação. O mexilhão-verde (*Perna viridis*), considerado um competidor superior que pode deslocar espécies nativas, foi encontrado recentemente incrustando estruturas artificiais nas proximidades do Porto do Rio de Janeiro (Messano *et al.*, 2019). Além dessas, outras espécies ainda desconhecidas podem ser transportadas via bioincrustação e se tornarem invasoras.

AMBIENTES DE MAIOR SUSCETIBILIDADE À INVASÃO

Locais próximos a ancoragens ou áreas de fundeio e onde realizam a manutenção de plataformas, estruturas e equipamentos da indústria de petróleo e gás são os ambientes de maior suscetibilidade. Ainda, durante a movimentação pode ocorrer a soltura de organismos incrustados destas estruturas para o ambiente circunvizinho, contaminando assim novas áreas antes não invadidas. As EEl's possuem, em geral, grande tolerância ambiental, como os corais *Tubastraea* spp. que são resistentes a condições ambientais adversas (Carlos-Júnior *et al.*, 2015; Capel *et al.*, 2014) e podem sobreviver por curtos períodos emersos (de Paula & Creed, 2005), além de se desenvolverem em diferentes tipos de substratos (Mantelatto *et al.*, 2020). As incrustações nas instalações de embarcações e das plataformas podem causar prejuízos às atividades da indústria, como corrosão de tubulações, válvulas e outros componentes internos e também o bloqueio destes. No caso de navios de grande porte, a incrustação pode prejudicar sua manobrabilidade, reduzindo significativamente a sua velocidade e aumentando o consumo de combustível, conforme indicado em *Marine Pest Sectoral Committee – MPSC* (2018). Assim, a atividade de manutenção de embarcações e plataformas é constante e de próprio interesse do empreendedor, podendo estar diretamente relacionada à dispersão das espécies que são retiradas das estruturas.

Para compreender quais são os ambientes naturais presentes na UC mais suscetíveis aos riscos de bioinvasão deve-se compreender as características das espécies e relacioná-las aos ambientes onde são expostas as plataformas de petróleo, observando se apresentam condições preferenciais. A luminosidade e diferentes inclinações de substrato natural podem ser fatores relevantes. As espécies que dependem da luz para sua sobrevivência são normalmente encontradas em substratos horizontais e zonas rasas, sendo estas as áreas de maior suscetibilidade a suas invasões. Já outras espécies podem preferir e/ou ocorrer em ambientes com pouca luminosidade ou de inclinação vertical, como os corais *Tubastraea* spp. (Sammarco *et al.*, 2013; Creed *et al.*, 2016) que são azooxantelados e, portanto, não dependem da luz para sobreviver. Assim, em uma plataforma, as EEl's podem se desenvolver em diferentes níveis de profundidade, luminosidade e inclinação do substrato ao longo das estruturas. Essa variabilidade de condições presentes nas plataformas fornece disponibilidade de *habitat* para diversas espécies exóticas.



©Arquivo REBIO Arvoredo

Estão associados a plataformas principalmente organismos sésseis que utilizam diversos substratos para se fixarem, como o coral-sol (*Tubastraea tagusensis*) encontrado na Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, SC.

MEDIDAS PREVENTIVAS (PROGRAMA DE PREVENÇÃO)

Tratar de medidas de prevenção da invasão por bioincrustação no ambiente marinho é uma tarefa complexa, sobretudo pelo fato da mesma ser um dos principais vetores de introdução e dispersão de espécies exóticas no Brasil (Lopes, 2009), além de as plataformas estarem associadas a atividades de grande importância econômica, como o setor de petróleo e gás. Medidas de gestão devem prever avaliações de custo-benefício e considerar praticidade e probabilidade de êxito (Lopes, 2009). As medidas indicadas a seguir consideram os requisitos já estabelecidos em legislações específicas, e são complementares a medidas de prevenção à invasão biológica associada às atividades em plataformas e outras estruturas e instalações relacionadas.

A vistoria e limpeza das plataformas, estruturas e instalações, antes de entrarem nas regiões de UCs e ZAs são as principais medidas de prevenção, que tem como objetivo reduzir a quantidade de indivíduos já estabelecidos nestas estruturas ou interromper a dispersão de novos indivíduos. Em geral, o foco é na limpeza de casco de embarcações e estruturas das instalações. As práticas vigentes consistem em aplicação de sistemas anti-incrustantes, como tintas e injeção de compostos nos sistemas, inspeção submarinas, métodos de remoção subaquática e limpeza de cascos em dique seco. Os detalhes de cada prática, tecnologias de controle, metodologias de remoção e prevenção em unidades marítimas a serviço do setor de petróleo e gás podem tomar como referência o Relatório Final do Grupo de Trabalho Coral-sol (Brasil, 2017), em caso de contaminação pelo coral-sol.

A elaboração de medidas de prevenção à invasão biológica marinha associada às atividades em plataformas foi inicialmente embasada nas informações e recomendações do Relatório Final do Grupo de Trabalho Coral-sol (Brasil, 2017) e nos esforços de padronização do Projeto de Prevenção e Controle de Espécies Exóticas Invasoras Bioincrustantes - PPCEX, que atualmente é uma condicionante do licenciamento destas atividades no Brasil, conforme Minuta do Projeto Básico COPROD 7024221 (Ibama, 2019). Deve-se ressaltar que todas as medidas indicadas aqui foram discutidas em oficina participativa e sofreram adições, alterações ou adaptações de acordo com especificidades da gestão de UC.

A seguir são apresentadas as medidas de prevenção à invasão biológica associada às atividades de operação e manutenção de plataformas de produção de petróleo e gás natural, estruturas e instalações relacionadas, separadas em temas referentes a limpeza, atracação e inspeção.

Limpeza das plataformas, estruturas e instalações relacionadas à atividade offshore

- Antes da plataforma e demais estruturas e instalações relacionadas à atividade *offshore* entrarem na área da UC ou sua ZA, toda a estrutura deverá ser limpa e isenta de espécies exóticas.
- Em caso de detecção de espécie exótica após as inspeções nas plataformas e estruturas e instalações relacionadas à atividade *offshore* já instaladas em UC ou sua ZA, deve-se realizar a limpeza de espécies exóticas destas estruturas no menor tempo possível. O procedimento de limpeza e remoção de espécies exóticas deve garantir a contenção de resíduos, a destinação ou disposição final adequada, a contenção das estruturas reprodutivas e a contenção dos fragmentos.

- Deve-se exigir dos planos de descomissionamento de plataformas, estruturas e instalações relacionadas à atividade *offshore* instaladas ou de passagem por UC ou sua ZA, a realização de limpeza e isenção de espécies exóticas nestas estruturas.

Atracação de embarcações e estruturas de apoio

- Os navios de apoio devem realizar limpeza de espécies exóticas antes de entrarem na área da UC ou sua ZA. Deve-se proibir a entrada em UC ou ZA de embarcações e estruturas com a presença confirmada de espécie exótica, exceto em caso de emergência conforme norma da Marinha mencionada na observação abaixo.
 - Observação:
Para caso de emergência pode-se considerar os seguintes eventos: incêndio a bordo; colisão e/ou outros acidentes sérios; tempestade e estado de mar muito severo; homem ao mar e abandono da embarcação (Brasil, 2005).

Inspecções nas plataformas, estruturas e instalações relacionadas a atividade offshore

- Exigir um programa de monitoramento e manejo de espécies exóticas nas estruturas e instalações relacionadas à atividade *offshore* e nos substratos naturais dentro da área de influência da atividade no meio biótico que se sobrepõe aos limites da UC ou ZA.
- Na elaboração do programa de monitoramento deve-se observar o risco de presença de espécies exóticas nas estruturas e a obrigatoriedade de uma periodicidade anual para realizar as inspeções, com especial atenção às áreas-nicho.

A vistoria e a limpeza das plataformas, estruturas e instalações, antes de entrarem nas regiões de Unidades de Conservação e Zonas de Amortecimento são as principais medidas de prevenção para evitar a introdução e dispersão de espécies exóticas invasoras.



©Marchello / Shutterstock

REFERÊNCIAS

- Bouzon JL, Brandini FP, Rocha RM. Biodiversity of sessile fauna on rocky shores of coastal islands in Santa Catarina, Southern Brazil. *Marine Science*, 2(5): 39-47, 2012.
- Brasil. 1986. Resolução Conama nº 001, de 23 de janeiro de 1986. Ministério do Meio Ambiente. <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 28/05/2021.
- Brasil. 1997a. Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997. Diário Oficial da União. <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9478.htm> Acesso em: 28/05/2021.
- Brasil. 1997b. Resolução Conama nº 237, de 19 de dezembro de 1997. Ministério do Meio Ambiente. <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>>. Acesso em: 28/05/2021.
- Brasil. 2005. Normas da autoridade marítima para embarcações empregadas na navegação em mar aberto (NORMAM-01/DPC). Marinha do Brasil. Diretoria de Portos e Costas (DPC). Diário Oficial da União. <https://www.marinha.mil.br/dpc/sites/www.marinha.mil.br/dpc/files/normam01_0.pdf>. Acesso em: 10/12/2020.
- Brasil. 2011. Portaria nº 422, de 26 de outubro de 2011. Ministério do Meio Ambiente. <<https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=124564>>. Acesso em: 28/05/2021.
- Brasil. 2017. Grupo de trabalho coral-sol. Relatório Final. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. 148p.
- Capel KCC, Migotto AE, Zilberberg C, Kitahara MV. Another tool towards invasion? Polyp “bail-out” in *Tubastraea coccinea*. *Coral Reefs*, 33: 1165, 2014.
- Carlos-Júnior IA, Barbosa NPU, Moulton TP, Creed JC. Ecological niche model used to examine the distribution of an invasive, non-indigenous coral. *Marine Environmental Research*, 103: 115-124, 2015.
- Creed JC, *et al.* The invasion of the azooxanthellate coral *Tubastraea* (Scleractinia: Dendrophylliidae) throughout the world: history, pathways and vectors. *Biological Invasions*, 19(1): 283-305, 2016.
- De Paula AF, Creed JC. Spatial distribution and abundance of nonindigenous coral genus *Tubastraea* (Cnidaria, Scleractinia) around Ilha Grande, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 65(4): 661-673, 2005.
- Falcão C, Széchy MTM. Changes in shallow phytobenthic assemblages in southeastern Brazil, following the replacement of *Sargassum vulgare* (Phaeophyta) by *Caulerpa scalpelliformis* (Chlorophyta). *Botanica Marina*, 48: 208-217, 2005.
- Ferreira CEL, Gonçalves JEA, Coutinho R. Ship hulls and oil platforms as potential vectors to marine species introduction. *Journal of Coastal Research*, Special Issue 39, 1340-1345, 2006.
- Ibama (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). 2019. Projeto de Prevenção e Controle de Espécies Exóticas Invasoras Bioincrustantes (PPCEX). Projeto Básico COPROD 7024221. Minuta de Conteúdo Mínimo - Processo nº 02001.004026/2019-61 e Nota técnica IBAMA nº 4/2020/COPROD/CGMAC/DILIC.

- Lages BG, *et al.* Change in tropical rocky shore communities due to an alien coral invasion. *Marine Ecology Progress Series*, 438: 85-96, 2011.
- Lopes RM (ed.). 2009. Informe sobre as espécies exóticas invasoras marinhas no Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. 440p.
- Mantelatto MC *et al.* Marine litter and wood debris as *habitat* and vector for the range expansion of invasive corals (*Tubastraea* spp.). *Marine Pollution Bulletin*, 160: 111659, 2020.
- Martinez AS. Spatial distribution of the invasive bivalve *Isognomon bicolor* on rocky shores of Arvoredo Island (Santa Catarina, Brazil). *Marine Biological Association of the United Kingdom. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 92(3): 495, 2012.
- Messano LVR, *et al.* First report of the Asian green mussel *Perna viridis* (Linnaeus, 1758) in Rio de Janeiro, Brazil: a new record for the southern Atlantic Ocean. *BiolInvasions Records*, 8(3): 653-660, 2019.
- Miranda RJ, Cruz IC, Barros F. Effects of the alien coral *Tubastraea tagusensis* on native coral assemblages in a southwestern Atlantic coral reef. *Marine Biology*, 163(3): 1-12, 2016.
- MPSC (Marine Pest Sectoral Committee). 2018. National biofouling management guidelines for non-trading vessels. Department of Agriculture and Water Resources. 46p. <<https://www.marinepests.gov.au/sites/default/files/Documents/non-trading-vessel-biofouling-guidelines.pdf>>. Acesso em: 01/12/2020.
- Petrobras. Infográfico Tipos de Plataformas. <<https://petrobras.com.br/infograficos/tipos-de-plataformas/desktop/index.html>>. Acesso em: 01/12/2020.
- Sammarco PW, *et al.* Depth distribution of a new invasive coral (Gulf of Mexico) – *Tubastraea micranthus*, comparisons with *T. coccinea*, and implications for control. *Management of Biological Invasions*, 4(4): 291, 2013.
- Simone LRL, Gonçalves EP. Anatomical study on *Myoforceps aristatus*, an invasive boring bivalve in SE Brazilian coast (Mytilidae). *Papéis Avulsos de Zoologia*, 46(6): 57-65, 2006.
- Teixeira LMP, Creed JC. A decade on: an updated assessment of the status of marine non-indigenous species in Brazil. *Aquatic Invasions*, 15(1): 30-43, 2020.

GUIA TÉCNICO DE PREVENÇÃO DE INVASÃO BIOLÓGICA ASSOCIADA A ATIVIDADES
DE EMPREENDIMENTOS LICENCIÁVEIS EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO FEDERAIS



A dinâmica do transporte marítimo e fluvial gera fluxos de embarcações que podem transportar espécies exóticas para unidades de conservação, como o tráfego de barcos e navios na Área de Proteção Ambiental de Fernando de Noronha - Rocas - São Pedro e São Paulo, PE.

©Marina Guimarães Freitas / Banco CBC/ICMBio

CAPÍTULO 2: ATIVIDADE DE NAVEGAÇÃO EM EMPREENDIMENTOS DIVERSOS



QUAIS SÃO AS ATIVIDADES QUE PODEM GERAR IMPACTOS ASSOCIADOS À INVASÃO BIOLÓGICA?

As atividades de navegação em ambientes marinhos estão fortemente relacionadas com a introdução de EEIs no litoral brasileiro (Lopes, 2009). Em águas continentais, a navegação está entre as razões para o sucesso das introduções de espécies exóticas nesses ambientes (Latini *et al.*, 2016). A navegação envolve transporte de cargas, passageiros ou misto, podendo ser do tipo de cabotagem (nacional), de longo curso (internacional), por vias interiores (hidrovias), navegação de travessia, de apoio portuário e apoio marítimo. Deve-se ressaltar que a atividade de navegação tratada neste Capítulo se refere às navegações de apoio compreendidas em outros empreendimentos ou atividades licenciáveis.

A dinâmica do transporte marítimo e fluvial potencializa o desenvolvimento econômico no país, gerando fluxos de embarcações nacionais e internacionais de cargas e pessoas. No Brasil, segundo a Agência Nacional de Transportes Aquaviários - Antaq (2020), o setor aquaviário apresenta linhas de transporte de passageiros e misto, na navegação interior de percurso longitudinal interestadual, internacional ou em faixa de fronteira, localizadas principalmente nas bacias hidrográficas da região Norte do país. O sistema marítimo brasileiro é concentrado nos portos do Sul e do Sudeste.

Embarcações marítimas, incluindo as de lazer, oferecem oportunidades de transporte de espécies exóticas marinhas por meio de diversos vetores (Bax *et al.*, 2003). O aumento do tráfego marítimo e o uso de navios cada vez maiores têm feito da água de lastro e da bioincrustação mecanismos eficientes na dispersão e introdução de organismos marinhos e de água doce em todo o mundo (Hulme, 2009).

QUAIS AS VIAS E OS VETORES DE INTRODUÇÃO E DISPERSÃO DE EEIS ASSOCIADOS À ATIVIDADE?

O caminho de introdução e dispersão de EEIs são as rotas de navegação, por onde ocorre o transporte não intencional de espécies aquáticas conectadas a estruturas de embarcações. O transporte marítimo conecta ambientes distintos, quebrando barreiras geográficas que antes limitavam a dispersão de espécies aquáticas. Ademais, o desenvolvimento de embarcações maiores e mais rápidas possibilitou menor tempo de viagens, aumentando o comércio global, permitindo que as espécies marinhas das zonas temperadas penetrem nas zonas tropicais, por exemplo. Em ambientes de águas continentais, a rede de vias navegáveis é a principal rota de dispersão de longa distância para espécies aquáticas de várias áreas biogeográficas (Leuven *et al.*, 2009). Há duas vias principais associadas às atividades de navegação passíveis de propiciar a introdução e disseminação de espécies exóticas invasoras aquáticas: a água de lastro e a bioincrustação (Ferreira *et al.*, 2006).

A principal função da água de lastro é compensar a perda de peso decorrente sobretudo do desembarque de cargas, proporcionando equilíbrio e estabilidade aos navios. Assim, quando um navio está sem

carga, ele enche tanques específicos com o lastro de água e, ao ser carregado com mercadorias, a água de lastro é bombeada destes tanques para o meio ambiente. Esse processo ocorre principalmente nos portos. Durante essa operação, diversos organismos aquáticos podem ser carregados. Além da água, o navio pode transportar sedimentos de ambientes com águas turvas ou rasas, que ao se depositarem no fundo do tanque de lastro, fornecem um substrato para as espécies transportadas.

No transporte via bioincrustação, organismos sésseis incrustam no casco de navios e em outras estruturas das embarcações e são transportados. Nesse substrato, as espécies podem se desenvolver durante a viagem, formando colônias, comunidades e até mesmo carregando outras espécies associadas (epibiontes) e, assim, são disseminadas por seus processos normais de reprodução (IUCN, 2017).

Os vetores de introdução e dispersão de EEIs são, portanto, as próprias embarcações e estruturas associadas por onde as EEIs são transportadas. As atividades de navegação são relacionadas ao fluxo de embarcações de todos os tipos, como barcos, navios, plataformas, boias de navegação, botes, canoas, caiaques, balsas, catamarãs, flutuantes e submarinos. As EEIs podem ser transportadas incrustadas no casco, quilha, leme, hélice, eixo da hélice das embarcações; como clandestinas em sistemas de circulação de água do mar, caixa de mar, água de lastro e em tanques de carga lastrados das embarcações e, ainda, associados à âncora, amarras e caixa da âncora das embarcações, por exemplo (IUCN, 2017).

Os tipos de embarcações também podem variar no desempenho da água de lastro (Verling *et al.*, 2005). Alguns tipos de navios, como navios porta-contêineres, geralmente têm grandes quantidades de água de lastro carregada, enquanto outros, como petroleiros ou graneleiros, precisam de lastro adicional principalmente em uma rota quando estão vazios. Conseqüentemente, as pressões de propágulo podem ser específicas para o tipo de navio e a rota da viagem (Verling *et al.*, 2005). Embarcações de baixa locomoção e baixa velocidade tornam-se vetores ideais para espécies incrustantes, incluindo pequenos barcos de recreio (Murray *et al.*, 2011).

Desde os primórdios da colonização ultramarítima até a moderna expansão global, roedores do gênero *Rattus* têm sido as espécies invasoras mais reconhecidas como tal (Drake & Hunt, 2009), sendo o transporte marítimo, o principal vetor dessa introdução.

Os ambientes de águas continentais são particularmente vulneráveis às invasões biológicas, onde a navegação comercial pelos rios do Pantanal é a principal rota de dispersão do mexilhão-dourado (*Limnoperna fortunei*). A espécie está estabelecida em Corumbá, MS.



QUAIS AS TIPOLOGIAS DE EMPREENDIMENTOS QUE REALIZAM A ATIVIDADE?

Conforme a Resolução Conama nº 237/1997 (Brasil, 1997), as tipologias de empreendimentos e atividades que são sujeitas ao licenciamento ambiental e que realizam, ou são associadas à atividade de navegação, são: hidrovias; portos públicos, fluviais, marítimos e terminais de uso público ou privado; exploração, produção e escoamento de petróleo e gás; fabricação e reparo de embarcações e estruturas flutuantes, instalações de usinas eólicas *offshore*, dragagens etc. Os empreendimentos que utilizam transporte aquaviário e marítimos também são associados à atividade de navegação.

QUAIS AS EEIS OU GRUPOS TAXONÔMICOS ASSOCIADOS À ATIVIDADE?

As EEIs incrustantes e seus epibiontes, que conseguem permanecer fixadas na estrutura durante a navegação, assim como qualquer organismo aquático pequeno o suficiente para atravessar os canais de entradas de água de lastro e bombas podem ser transportados e introduzidos em novas localidades. Vale ressaltar que muitas espécies marinhas têm um ciclo de vida que inclui um ou mais estágios planctônicos, facilitando sua dispersão via água de lastro. Também podem ser transportados vírus, bactérias, pequenos invertebrados, algas, plantas, cistos, esporos, além de ovos e larvas de várias espécies, incluindo os peixes. O tanque de lastro é um ambiente hostil à sobrevivência dos organismos, com características desfavoráveis à sobrevivência, como considerável perturbação e falta de recursos, o que diminui a expectativa de sobrevivência após serem lançados em novas condições ambientais, como em mar aberto (Ibrahim & El-Naggar, 2012). Porém, quando os fatores são favoráveis, com condições de sobrevivência, uma espécie exótica pode ser introduzida e se dispersar em novo ambiente.

A maioria das espécies invasoras marinhas no Brasil possuem a navegação como rota de dispersão e foram introduzidas, principalmente, via água de lastro e bioincrustação (Lopes, 2009). Em geral, as EEIs marinhas que ocorrem em UCs cuja introdução e dispersão podem estar potencialmente associadas à atividade de navegação são: as espécies associadas à incrustação mencionadas no Capítulo 1 deste Guia e as espécies associadas à via água de lastro, como o camarão-pata-branca (*Litopenaeus vannamei*) e o siri (*Charybdis hellerii*), que são frequentemente encontrados em altas densidades nas águas estuarinas e costeiras, podendo competir com espécies nativas de crustáceos e transmitir doenças (Lopes, 2009; Teixeira & Creed, 2020). Outras espécies que ainda não são registradas em UCs, como as algas marinhas invasoras (*Coscinodiscus wailesii* e *Alexandrium tamarense*) também podem ser transportadas via água de lastro. A floração dessas espécies tem o potencial de afetar a biota marinha devido à depleção de oxigênio e exclusão temporária de outras espécies de fitoplâncton (Lopes, 2009). Deve-se compreender que outras espécies desconhecidas podem ser transportadas via bioincrustação e água de lastro e se tornarem invasoras.

Em ambientes de águas continentais, a navegação possibilita a dispersão de diversas EEIs associadas às embarcações. Em UCs, são registradas duas espécies invasoras de moluscos, o mexilhão-dourado (*Limnoperna fortunei*) e o berbigão (*Corbicula fluminea*), que são encontrados em alta densidade, causando alteração dos micro-*habitat* bentônicos e modificação na estrutura das comunidades de macroinvertebrados e da planta aquática (*Hydrilla verticillata*), que cresce em densos aglomerados e reduz a diversidade de plantas e animais (Latini *et al.*, 2016). Outro caso foi do sapo cururu (*Rhinella jimi*), espécie nativa do continente brasileiro, porém invasora na ilha de Fernando de Noronha, onde foi demonstrado que sua dieta inclui espécies endêmicas e ameaçadas de extinção do arquipélago (Micheletti *et al.*, 2020). A introdução possivelmente não intencional dessa espécie foi feita por meio de embarcações transportando materiais contaminados (Latini *et al.*, 2016).

As principais EElS terrestres associadas ao transporte marítimo são os roedores *Rattus rattus*, *Rattus norvegicus* e *Mus musculus* (Drake & Hunt 2009), que podem impactar a flora e fauna principalmente de ilhas oceânicas, afetando a estrutura e o funcionamento do ecossistema nessas regiões (Micheletti *et al.*, 2020). Além desses roedores, insetos, répteis, aves e outros mamíferos pequenos podem ser transportados em cargas e bagagens em embarcações (IUCN, 2017).

AMBIENTES DE MAIOR SUSCETIBILIDADE À INVASÃO

Ambiente marinho costeiro e substratos consolidados naturais e artificiais, principalmente em regiões portuárias e de realização da atividade *ship-to-ship* de transferência de petróleo; portos, onde são liberadas as águas de lastro, os locais de ancoragem, as áreas de fundeio e estaleiro de navios são os ambientes de maior suscetibilidade. As regiões com instalações portuárias são onde, normalmente, os navios lastram e deslastram, sendo este o grande risco de invasão. As espécies podem ser liberadas nesse local e também transportadas para novas regiões por correntes marítimas e fluviais. A água que é capturada nas regiões portuárias são águas costeiras que, normalmente, possuem grandes populações de organismos, quando comparadas às encontradas em alto mar (Santos & Lamonica, 2008). Além disso, os organismos incrustantes da embarcação podem se espalhar acidentalmente durante a limpeza do casco, se desprender naturalmente da embarcação durante a navegação e/ou liberar propágulos na coluna dá água. As espécies removidas, se não forem cuidadosamente descartadas, podem se estabelecer localmente.

Em geral, o risco de invasão aumenta com o número de embarcações, porém deve-se considerar outros fatores, como as condições ambientais. Condições climáticas suficientemente semelhantes aos locais de distribuição nativa das EElS aumentam as chances de invasão. Outra consideração é que a dinâmica de invasão pode estar associada a um tipo específico de navio. Os navios porta-contêineres apresentam um padrão diversificado de rotas conectando quase todos os continentes, enquanto os petroleiros, graneleiros e navios cargueiro gigante (*ro-ro-cargo ships*) exibem apenas algumas rotas (Seebens *et al.*, 2013).

Os ambientes de águas continentais são mais suscetíveis à invasão local quando conectados a hidrovias ou quando apresentam ambientes com substrato artificial consolidado e inconsolidado e regiões portuárias. As águas doces são ambientes particularmente vulneráveis às invasões biológicas, pelo fato do fluxo d'água ser capaz de transportar boa parte dos organismos e assim favorecer a dispersão de seus propágulos a grandes distâncias (Latini *et al.*, 2016). A rede de hidrovias quando sujeita à navegação intensiva e alterada pela engenharia hidráulica, através da construção de canais que conectam bacias hidrográficas ou regiões da mesma bacia, pode sofrer remoção de barreiras físicas naturais, favorecendo a dispersão de espécies anteriormente isoladas biogeograficamente (Leuven *et al.*, 2009).

Ilhas são os ambientes que reconhecidamente mais sofreram invasões biológicas (Mooney & Cleland, 2001) e, em tais ambientes, a presença das espécies exóticas pode causar impactos ainda mais severos, através de fenômenos como exclusão competitiva, deslocamento de nichos, hibridização, predação e extinção. Roedores (especialmente do gênero *Rattus*) podem ter sido os vertebrados mais amplamente introduzidos por acompanhar os seres humanos em sua história de dispersão global, e os impactos negativos desses roedores exóticos em biotas nativas, especialmente em ilhas, já foram diversas vezes reportados (Russell *et al.* 2008, Drake & Hunt, 2009).

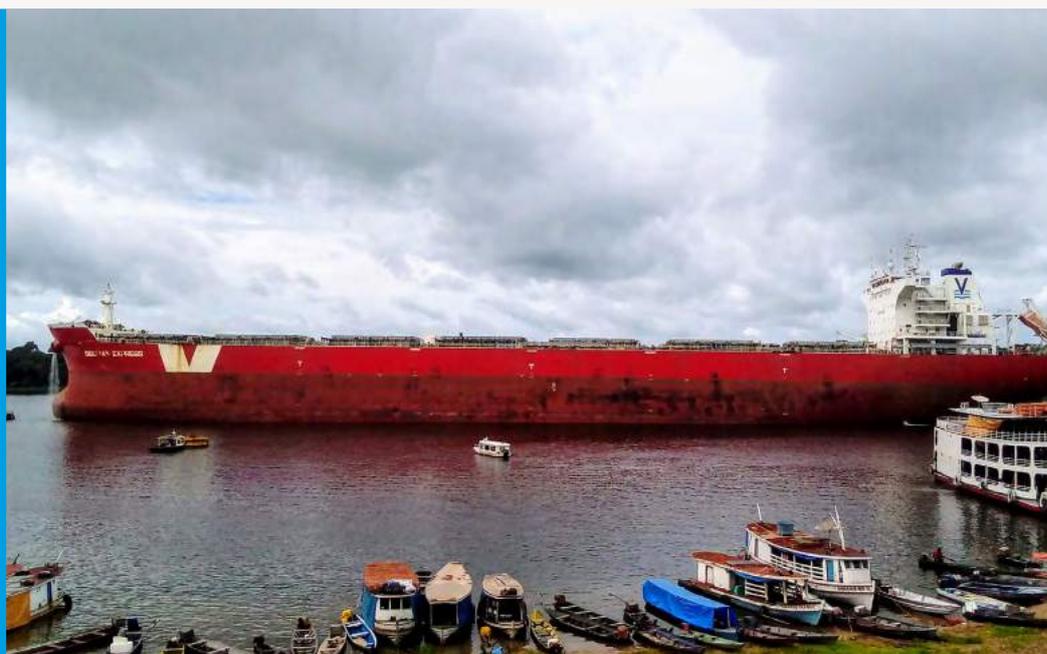
MEDIDAS PREVENTIVAS (PROGRAMA DE PREVENÇÃO)

Uma das principais medidas internacionais que visa impedir a propagação de espécies aquáticas potencialmente invasoras via água de lastro de navios é a da Convenção Internacional para Controle e Gerenciamento da Água de Lastro e Sedimentos de Navios – Convenção BWM (IMO, 2004), em vigor desde 08 de setembro de 2017. Porém, suas diretrizes já eram adotadas no Brasil em função da publicação da Portaria DPC nº 52/2005 (Brasil, 2005) da Diretoria de Portos e Costas da Marinha do Brasil, que aprovou a NORMAM20/DPC (Brasil, 2019a). Posteriormente, houve outras Portarias que promoveram revisões e aprovaram modificações. É essencial a adoção dessas medidas, lançadas pela Organização Marítima Internacional (OMI/IMO), em programas de prevenção das atividades de navegação. No Brasil, a Convenção BWM foi ratificada através do Decreto Legislativo nº 148/2010 (Brasil, 2010).

Segundo a Antaq, o gerenciamento da água de lastro no Brasil é tratado pela NORMAM 20/DPC (Brasil, 2019a), pela Resolução Anvisa/RDC nº 72/2009 (Brasil, 2009) e pela Lei nº 9.966/2000 (Brasil, 2000). De acordo com a legislação nacional, além de possuírem o Plano de Gerenciamento da Água de Lastro e de realizarem a troca oceânica caso haja intenção de deslastrear, os navios devem fornecer à Autoridade Marítima e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária - Anvisa o Formulário sobre Água de Lastro devidamente preenchido.

Com relação à invasão via bioincrustação, o debate sobre a prevenção é recente e ainda não há regulamentações estabelecidas de caráter obrigatório, em âmbito mundial. A IMO tem publicações de caráter recomendatório, como o *2011 Guidelines for the Control and Management of Ships' Biofouling to Minimize the Transfer of Invasive Aquatic Species* (IMO, 2011). Outro importante documento é a *Guidance for Minimizing the Transfer of Invasive Aquatic Species as Biofouling (Hull Fouling) for Recreational Craft* (IMO, 2012), que é destinada aos proprietários e operadores de embarcações de recreio com menos de 24m de comprimento.

A introdução e a disseminação de espécies exóticas invasoras aquáticas pode ocorrer durante a movimentação e operação de embarcações, com a atracação de navio cargueiro na Reserva Biológica do Rio Trombetas, PA.



©Marco Aurélio da Silva.

Programas de prevenção devem observar que as opções de controle de bioincrustação por EEIs em embarcações envolvem tratamentos para a redução ou remoção com níveis variados de sucesso. Além disso, pode ser necessário o uso combinado de diferentes tratamentos. O Relatório Final do Grupo de Trabalho Coral-sol (Brasil, 2017), o Plano Nacional de Prevenção, Controle e Monitoramento do Coral-sol (*Tubastraea* spp.) no Brasil (Brasil, 2018) e o Plano Nacional de Prevenção, Controle e Monitoramento do Mexilhão-dourado (*Limnoperna fortunei*) no Brasil (Ibama, 2020) apresentam levantamento sobre as metodologias de remoção de incrustações por EEIs existentes no Brasil e no mundo, em operações fora da água e subaquáticas e, também, ações desenvolvidas por diferentes instituições nacionais e internacionais (públicas e privadas). O Guia de Orientação para o Manejo de Espécies Exóticas Invasoras em Unidades de Conservação Federais (Brasil, 2019b) também reúne métodos para o controle e erradicação de diversas EEIs, incluindo espécies marinhas e de águas continentais.

A seguir são apresentadas as medidas de prevenção à invasão biológica associada às atividades de navegação relacionadas a empreendimentos licenciáveis, separadas em cinco temas e por ambiente (marinho e aquático-continental). Além dos documentos citados anteriormente, as medidas indicadas foram embasadas em documentos dos governos da Austrália e da Nova Zelândia (Australia & New Zealand, 2015; Australia, 2020; MPSC, 2018; New Zealand, 2018). Deve-se ressaltar que as medidas de prevenção à invasão biológica citadas a seguir foram alteradas e adaptadas em oficina participativa a partir dessas referências, e outras foram acrescentadas para atender às peculiaridades do processo de gestão das UCs e do contexto brasileiro.

Essas medidas foram fruto de oficinas de trabalho, que usaram como referencial teórico e metodológico os documentos da Marinha do Brasil e outros citados anteriormente, mas que propõem adaptações e inclusão de novas medidas para atender às peculiaridades do processo de gestão das UCs.

Além de água de lastro e bioincrustação, que são as duas principais vias de introdução e dispersão de espécies exóticas invasoras aquáticas associadas às atividades de navegação, há ainda o transporte de caixas, contêineres e embalagens que podem estar contaminadas com espécies terrestres.



©BeautifulBlossoms / Shutterstock

MEDIDAS DE PREVENÇÃO À INVASÃO BIOLÓGICA ASSOCIADA ÀS ATIVIDADES DE NAVEGAÇÃO EM AMBIENTE MARINHO

Gestão de água de lastro

- Deve-se proibir a troca de água de lastro, de qualquer tipo de embarcação, dentro dos limites da UC ou ZA. A UC pode indicar as áreas de troca de água de lastro fora da UC observando as condições oceanográficas da área.

Limpeza das embarcações

- As embarcações que fazem uso do espaço da UC devem ser mantidas limpas de EEIs e a limpeza de espécies exóticas deve ser feita fora da UC e ZA ou dentro da UC e ZA em dique seco. O procedimento de limpeza e remoção de espécies exóticas deve garantir a contenção de resíduos, a destinação ou disposição final adequada, a contenção das estruturas reprodutivas e a contenção dos fragmentos. Deve-se observar que plataformas quando em uso como embarcações não podem entrar no espaço da UC se estiverem contaminadas com espécies exóticas.

Restrições

- Devem ser impedidas de transitar/fundear embarcações e plataformas em navegação, com presença de espécies exóticas ou com alto risco de presença de espécies exóticas em áreas de UC ou ZA, exceto por transporte suspenso (fora da água). O risco de presença de espécies exóticas é alto para embarcações e estruturas que: (1) realizaram a última inspeção há mais de 12 meses; (2) apresentaram organismos exóticos na última inspeção; (3) realizaram docagem em dique seco com limpeza e aplicação de anti-incrustante há mais de 12 meses; (4) realizaram trânsito/fundeio (maior que 3 dias) em ambientes de água doce há mais de 12 meses ou (5) realizaram trânsito/fundeio em locais com ocorrência de EEIs após a última limpeza ou menos de 6 meses antes da última inspeção.

Educação e capacitação dos envolvidos

- Exigir Programa de capacitação para comandantes e tripulações de embarcações, operadores de instalações de limpeza ou manutenção na água e aqueles que fazem o levantamento ou inspeção de navios, dos concessionários ou permissionários, para a aplicação de procedimentos de gerenciamento e tratamento de bioincrustação por espécies exóticas e impactos de EEIs, incluindo a implementação voluntária do *2011 Guidelines for the Control and Management of Ships' Biofouling to Minimize the Transfer of Invasive Aquatic Species* (IMO, 2011) e do *Guidance for Minimizing the Transfer of Invasive Aquatic Species as Biofouling (Hull Fouling) for Recreational Craft* (IMO, 2012).

Controle de fauna invasora terrestre nas embarcações

- Exigir dos concessionários ou permissionários um Programa integrado de controle e monitoramento da fauna sinantrópica nociva atualizado, onde estejam previstas também medidas de prevenção, monitoramento e controle de espécimes da fauna exóticas invasoras, sem prejuízo das normas aplicáveis ao controle sanitário da Anvisa (Brasil, 2009). O Programa deve contemplar medidas de controle de espécies exóticas também em caixas e mercadorias vivas transportadas.

MEDIDAS DE PREVENÇÃO À INVASÃO BIOLÓGICA ASSOCIADA ÀS ATIVIDADES DE NAVEGAÇÃO EM AMBIENTE AQUÁTICO-CONTINENTAL

Gestão de água de lastro

- Deve-se proibir a troca de água de lastro, de qualquer tipo de embarcação, dentro dos limites da UC ou ZA. Caso seja possível indicar áreas para a troca de água de lastro durante o procedimento de licenciamento ambiental, esta deverá ser feita sempre a jusante da UC ou ZA.

Limpeza das embarcações

- As embarcações que fazem uso do espaço da UC devem ser mantidas livres de espécies exóticas, devendo a limpeza ser realizada fora da UC ou, quando dentro da UC, em dique seco. O procedimento de remoção e limpeza de espécies exóticas deve garantir a contenção de resíduos, a destinação ou disposição final adequada, a contenção das estruturas reprodutivas e a contenção dos fragmentos das espécies.

Restrições

- Impedir o trânsito/fundeio de embarcações com presença de espécies exóticas em áreas de UCs ou ZAs, exceto por transporte suspenso (fora da água).

Educação e capacitação dos envolvidos

- Exigir Programa de capacitação para comandantes e tripulações de embarcações, operadores de instalações de limpeza ou manutenção na água e aqueles que fazem o levantamento ou inspeção de navios, dos concessionários ou permissionários, voltados à realização de procedimentos de gerenciamento e tratamento de bioincrustação por espécies exóticas e impactos de EEIs.

Controle de fauna invasora terrestre nas embarcações

- Exigir dos concessionários ou permissionários um Programa integrado e atualizado de controle e monitoramento da fauna sinantrópica nociva, onde estejam previstas também medidas de prevenção, monitoramento e controle de espécimes da fauna exótica invasora, sem prejuízo das normas aplicáveis ao controle sanitário da Anvisa (Brasil, 2009). O Programa deve contemplar medidas de controle de espécies exóticas também em caixas e mercadorias vivas transportadas.

REFERÊNCIAS

Antaq (Agência Nacional de Transportes Aquaviários). Banco de dados. <<https://www.gov.br/antag/pt-br>>. Acesso em: 08/12/2020.

Australia, New Zealand. 2015. Anti-fouling and in-water cleaning guidelines. Department of the Environment and New Zealand Ministry for Primary Industries. Department of Agriculture. 34p. <<https://www.agriculture.gov.au/biosecurity/avm/vessels/marine-pest-biosecurity/biofouling/anti-fouling-and-in-water-cleaning-guidelines>>. Acesso em: 12/12/2020.

- Australia. 2020. Australian ballast water management requirements. Version 8. Department of Agriculture, Water and the Environment. 44p. <<https://www.agriculture.gov.au/sites/default/files/documents/australian-ballast-water-management-requirements.pdf>>. Acesso em: 11/12/2020.
- Bax N, Williamson A, Aguero M, Gonzalez E, Geeves W. Marine invasive alien species: a threat to global biodiversity. *Marine Policy*, 27(4): 313-323, 2003.
- Brasil. 1997. Resolução Conama nº 237, de 19 de dezembro de 1997. Ministério do Meio Ambiente. Diário Oficial da União. <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>>. Acesso em: 28/05/2021.
- Brasil. 2000. Lei nº 9.966, de 28 de abril de 2000. Diário Oficial da União. <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9966.htm>. Acesso em: 28/05/2021.
- Brasil. 2005. Portaria nº 52, de 14 de junho de 2005. Marinha do Brasil. Diretoria de Portos e Costas (DPC). Diário Oficial da União. <<https://www.marinha.mil.br/dpc/portarias>>. Acesso em: 28/05/2021.
- Brasil. 2009. Resolução nº 72, de 29 de dezembro de 2009. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Diário Oficial da União. <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2009/res0072_29_12_2009.html>. Acesso em: 10/12/2020.
- Brasil. 2010. Decreto Legislativo nº 148 de 12 de março de 2010. Diário Oficial da União. <<http://legis.senado.leg.br/norma/570265>>. Acesso em: 09/12/2020.
- Brasil. 2017. Grupo de trabalho coral-sol. Relatório Final. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. 148p.
- Brasil. 2018. Plano nacional de prevenção, controle e monitoramento do coral-sol (*Tubastraea* spp.) no Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama). Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). 102p. <<https://www.icmbio.gov.br/cbc/publicacoes.html>>. Acesso em: 11/12/2020.
- Brasil. 2019a. Normas da Autoridade Marítima para o gerenciamento da água de lastro de navios (NORMAM-20/DPC). Marinha do Brasil. Diretoria de Portos e Costas (DPC). Diário Oficial da União.
- Brasil. 2019b. Guia de orientação para o manejo de espécies exóticas invasoras em Unidades de Conservação federais. Versão 3. Ministério do Meio Ambiente. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). 135p. <<https://www.icmbio.gov.br/cbc/publicacoes.html>>. Acesso em: 12/12/2020.
- Drake DR, Hunt TL. Invasive rodents on islands: integrating historical and contemporary ecology. *Biological Invasions*, 1483-1487, 2009.
- Ferreira CEL, Gonçalves JEA, Coutinho R. Ship hulls and oil platforms as potential vectors to marine species introduction. *Journal of Coastal Research*, Special Issue 39, 1340-1345, 2006.
- Hulme PE. Trade, transport and trouble: managing invasive species pathways in an era of globalization. *Journal of Applied Ecology*, 46(1): 10-18, 2009.

Ibama (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). 2020. Plano nacional de prevenção, controle e monitoramento do mexilhão-dourado (*Limoneperna fortunei*) no Brasil. Diretoria de Uso Sustentável da Biodiversidade e Florestas. Ibama. 150p.

Ibrahim AM, El-Naggar MM. Ballast water review: impacts, treatments and management. Middle-East J Sci Res, 12(7): 976-84, 2012.

IMO (International Maritime Organization). 2004. International convention for the control and management of ships' ballast water and sediments (BWM). <[https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Control-and-Management-of-Ships%27-Ballast-Water-and-Sediments-\(BWM\).aspx](https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Control-and-Management-of-Ships%27-Ballast-Water-and-Sediments-(BWM).aspx)>. Acesso em: 09/12/2020.

IMO (International Maritime Organization). 2011. Resolution MEPC.207(62). 2011 Guidelines for the control and management of ships' biofouling to minimize the transfer of invasive aquatic species. Marine Environment Protection Committee. 25p. <[https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Environment/Documents/RESOLUTION%20MEPC.207\[62\].pdf](https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Environment/Documents/RESOLUTION%20MEPC.207[62].pdf)>. Acesso em: 08/12/2020.

IMO (International Maritime Organization). 2012. Resolution MEPC.1/Circ.792. Guidance for minimizing the transfer of invasive aquatic species as biofouling (hull fouling) for recreational craft. Marine Environment Protection Committee. <<https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Environment/Documents/MEPC.1-Circ.792.pdf>>. Acesso em: 08/12/2020.

IUCN (International Union for Conservation of Nature). 2017. Guidance for interpretation of CBD categories on introduction pathways. Technical note prepared by IUCN for the European Commission. 108p. <<https://www.cbd.int/doc/c/9d85/3bc5/d640f059d03acd717602cd76/sbstta-22-inf-09-en.pdf>> Acesso em: 17/08/2020.

Latini AO, Resende DC, Pombo VB, Coradin L (orgs.). 2016. Espécies exóticas invasoras de águas continentais no Brasil. Ministério do Meio Ambiente. 791p.

Leuven RS, *et al.* The river Rhine: a global highway for dispersal of aquatic invasive species. Biological invasions, 11(9): 1989, 2009.

Lopes RM (ed.). 2009. Informe sobre as espécies exóticas invasoras marinhas no Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. 440p.

Micheletti T, *et al.* 2020. Terrestrial invasive species on Fernando de Noronha Archipelago: what we know and the way forward, p.51-94. In: Londe V. (ed.). Invasive species: ecology, impacts, and potential uses. Nova Science Publishers, 321p.

Mooney HA, Cleland EE. The evolutionary impact of invasive species. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 98(10): 5446-5451, 2001.

MPSC (Marine Pest Sectoral Committee). 2018. National biofouling management guidelines for non-trading vessels. Department of Agriculture and Water Resources. 46p. <<https://www.marinepests.gov.au/sites/default/files/Documents/non-trading-vessel-biofouling-guidelines.pdf>>. Acesso em: 01/12/2020.

Murray CC, Pakhomov EA, Therriault TW. Recreational boating: a large unregulated vector transporting marine invasive species. *Diversity and Distributions*, 17(6): 1161-1172, 2011.

New Zealand. 2018. Craft risk management standard: biofouling on vessels arriving to New Zealand. Ministry for Primary Industries. 9p. <<https://www.biosecurity.govt.nz/dmsdocument/11668-Biofouling-on-Vessels-Arriving-to-New-Zealand-Craft-Risk-Management-Standard>>. Acesso em: 12/12/2020.

Russell JC, Towns DR, Clout MN. Review of rat invasion biology: implications for island biosecurity. *Science for Conservation*, (286): 2008.

Santos JGAS, Lamônica MN. Água de lastro e bioinvasão: introdução de espécies exóticas associadas ao processo de mundialização. *Vértices*, 10 (1/3): 2008.

Seebens H, Gastner MT, Blasius B, Courchamp F. The risk of marine bioinvasion caused by global shipping. *Ecology Letters*, 16(6): 782-790, 2013.

Teixeira LMP, Creed JC. A decade on: an updated assessment of the status of marine non-indigenous species in Brazil. *Aquatic Invasions*, 15(1): 30-43, 2020.

Verling E, Ruiz GM, Smith LD, Galil B, Miller AW, Murphy KR. Supply-side invasion ecology: characterizing propagule pressure in coastal ecosystems. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 272(1569): 1249-1257, 2005.

Para organismos aquáticos sésseis, qualquer substrato é um habitat em potencial, porém já foi demonstrado que as espécies exóticas são mais exitosas do que as nativas na colonização de substratos artificiais. Como por exemplo, a aglomeração de mexilhão-dourado (*Limnoperna fortunei*) na corda de amarrar os barcos, próximo à Área de Proteção Ambiental Estadual Delta do Jacuí, RS.



©Maria Cristina Dreher Mansur



As áreas portuárias, marinas e estaleiros concentram atividades que podem transportar, introduzir e dispersar espécies exóticas. As estruturas artificiais podem funcionar como locais de introdução e fontes de habitat para as espécies, como essa área portuária na Reserva Biológica do Rio Trombetas, PA.

©Marco Aurélio da Silva

CAPÍTULO 3: OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE PORTOS, MARINAS E ESTALEIROS



QUAIS SÃO AS ATIVIDADES QUE PODEM GERAR IMPACTOS ASSOCIADOS À INVASÃO BIOLÓGICA?

As atividades de operação e manutenção em portos, terminais e instalações náuticas apresentam grande potencial de introduzir EEIs e gerar impactos associados à invasão biológica. Essas atividades visam atender às necessidades de navegação, de trânsito de passageiros ou de movimentação e armazenagem de mercadorias.

As áreas portuárias, marinas e estaleiros são associadas às invasões biológicas, uma vez que concentram atividades que podem transportar, introduzir e dispersar novas espécies, como as operações com água de lastro, limpeza de cascos e tráfego de embarcações de diversos tipos e origens. Assim, as estruturas artificiais destas atividades podem funcionar como locais de introdução primária e fontes de *habitat* para EEIs e as atividades associadas, como a navegação, para sua disseminação e introdução secundária em novas áreas (Glasby *et al.*, 2007; Ferrario *et al.*, 2017). As atividades associadas à navegação estão descritas em separado no Capítulo 2 deste Guia, pois o foco deste Capítulo são as atividades de operação e manutenção de portos, marinas e estaleiros que envolvem a manutenção da infraestrutura, serviços gerais, limpeza e manutenção de embarcações, além de gestão de resíduos e boas práticas de manejo.

QUAIS AS VIAS E OS VETORES DE INTRODUÇÃO E DISPERSÃO DE EEIS ASSOCIADOS À ATIVIDADE?

As vias de introdução e dispersão são as atividades de manutenção e operação de portos que podem gerar introdução não intencional de EEIs. Entre essas atividades de manutenção, a principal via é a limpeza de bioincrustações de embarcações e das estruturas dos portos. Quanto às atividades de operação, as vias são o fluxo de embarcações, o processo de lastreamento (água de lastro) das embarcações e áreas de ancoradouro.

Por meio dessas vias, as espécies exóticas incrustantes podem ser introduzidas e encontrar novos vetores. Os vetores são as estruturas artificiais que ficam em contato com a água, como cais, estacas, pilotis, portos, marinas, boias de sinalizações, muros de contenções (paredões artificiais), além dos cascos dos navios e outras embarcações e de outras estruturas que representam novos *habitat* e possibilitam o estabelecimento e disseminação das espécies. Os portos oferecem novos *habitat* físicos em áreas sujeitas a um alto influxo de organismos exóticos e essa combinação aumenta as oportunidades para o estabelecimento de EEIs.

Uma vez que uma espécie está bem estabelecida em uma área portuária, o fluxo de embarcações, a pesca local e a navegação recreativa facilitam, potencialmente, uma maior expansão do alcance da dispersão desta espécie (Ferrario *et al.*, 2017). Assim, as instalações portuárias desempenham papéis cruciais na introdução de espécies marinhas, incluindo a introdução primária de uma espécie de outra área e a disseminação subsequente, considerada uma introdução secundária (López-Legentil *et al.*, 2015).

Outra via de introdução e dispersão é o transporte não intencional de EEIs da fauna e flora terrestre como clandestinas ocultas, ou seja, a espécie “pega carona” escondida em mercadorias, bagagens e equipamentos que estão sendo transportados por frete marítimo (Russell *et al.*, 2008). Assim, a espécie é transportada dentro das mercadorias que são levadas a outras regiões por navios e, ao desembarcarem nos portos junto com a mercadoria, podem ser liberadas (IUCN, 2017). Os vetores são as mercadorias, caixas, contêineres e embalagens. O navio, por si próprio, pode servir de vetor para espécies terrestres, que se escondem nos porões e espaços residenciais e também nas bagagens de pessoas.

QUAIS AS TIPOLOGIAS DE EMPREENDIMENTOS QUE REALIZAM A ATIVIDADE?

As tipologias que são sujeitas ao licenciamento ambiental pela Resolução Conama nº 237/1997 (Brasil, 1997) e que realizam a atividade de manutenção e operação em portos são os empreendimentos de portos públicos, fluviais, marítimos e terminais de uso público ou privado e de fabricação e reparo de embarcações e estruturas flutuantes.

O Decreto nº 8.437/2015 (Brasil, 2015) que regulamenta o art. 7º da Lei Complementar nº 140/2011 (Brasil, 2011) estabelece que compete à União o licenciamento de portos organizados, terminais de uso privado e instalações portuárias que movimentem carga em volume superior a 450.000TEU/ano ou a 15.000.000ton/ano. É de competência estadual o licenciamento ambiental de instalações náuticas, compreendendo marinas, clubes náuticos e garagens náuticas de uso coletivo.

A Antaq tem a responsabilidade de autorizar o funcionamento de todas as instalações portuárias que operam no Brasil, com base na Lei nº 12.815/2013 (Brasil, 2013). São objeto de registro na Antaq os terminais de uso privado, as estações de transbordo de carga, as instalações portuárias públicas de pequeno porte e as instalações portuárias de turismo.

Outra tipologia de empreendimento relevante são os estaleiros, que são instalações industriais destinadas à construção e manutenção de todos os tipos de embarcações como fragatas, corvetas, porta-aviões e submarinos, embarcações para transporte de carga, de passageiros, turismo, balsas, lanchas, plataformas de exploração de petróleo e demais barcos de apoio às atividades *offshore* (Pinhão *et al.*, 2019).

QUAIS AS EEIS OU GRUPOS TAXONÔMICOS ASSOCIADOS À ATIVIDADE?

Como os portos, marinas e estaleiros são áreas receptoras de várias vias e vetores de introdução e dispersão, são inúmeras as EEIs associadas às atividades. Foram descritas, em separado, as EEIs associadas à via bioincrustação e água de lastro (Capítulos 1 e 2) e que também estão associadas às atividades de manutenção e operação destas atividades.

Em ambientes portuários, os substratos artificiais são principalmente colonizados por espécies sésseis e seus epibiontes, macroalgas, moluscos, briozoários, corais, cracas, hidroides, serpulídeos e ascídias. Além disso, há espécies móveis, como crustáceos e peixes, em associação com componentes de incrus-

tação e ao ambiente criado. A maioria das EEIs marinhas no Brasil possuem associação com portos e instalações náuticas, seja como local de introdução primária ou como *habitat* da EEI (Lopes, 2009).

Em UCs, as EEIs associadas aos portos são aquelas espécies introduzidas por água de lastro e bioincrustação descritas nos Capítulos 1 e 2 deste Guia. Essas espécies podem ser encontradas em muitos portos presos a cordas suspensas e outras estruturas artificiais, como as ascídias solitárias (*Styela plicata* e *Ciona intestinalis*) que frequentemente dominam substratos artificiais em marinas reduzindo a abundância de espécies nativas nessas regiões (Oricchio *et al.*, 2019). Em ambientes de águas continentais, são encontrados em portos e marinas de UCs o mexilhão-dourado (*Limnoperna fortunei*), fixo sobre substratos duros de qualquer tipo e formando grandes aglomerados incrustantes e o marisco-de-água-doce (*Corbicula fluminea*), que causam diminuição das populações da fauna nativa de moluscos bentônicos, principalmente os bivalves nativos (Latini *et al.*, 2016).

Espécies de répteis, aves, mamíferos pequenos e insetos podem ser transportados em mercadorias, bagagens de pessoas e sobre os navios (IUCN, 2017). Em UCs são registradas as espécies de ratos (*Mus musculus*, *Rattus rattus* e *Rattus norvegicus*) que foram introduzidas inicialmente por navios, escondidos no convés e em mercadorias. Além disso, a depender da mercadoria, sementes de plantas também podem ser transportadas involuntariamente. Não se pode descartar a possibilidade de transporte de espécies exóticas no âmbito do comércio ilegal.

AMBIENTES DE MAIOR SUSCETIBILIDADE À INVASÃO

Os ambientes de maior suscetibilidade à invasão são os elementos fixos da infraestrutura presente nos portos, como o atracadouro, estruturas náuticas, píer, cais, diques, docas, muros de contenção e enrocamento. Essas infraestruturas que ficam em contato com a água normalmente são superfícies duras, como pedra, concreto, asfalto, metal ou outro material artificial, servindo como *habitat* disponíveis à ocupação por espécies incrustantes exóticas. São estruturas artificiais marinhas que oferecem substrato fixo onde antes não existia. Os *habitat* artificiais podem não ser adequados para muitas espécies nativas, ao mesmo tempo que favorecem as EEIs (Airoldi *et al.*, 2015).

Os locais específicos onde são realizadas as limpezas, reparos e manutenção de embarcações, como os estaleiros, também são ambientes suscetíveis à invasão. A atividade de manutenção pode envolver a limpeza do casco de embarcações e, durante esse processo, dependendo da técnica, pode dispersar as EEIs que estão incrustadas e que estão sendo removidas. Os fragmentos de muitos organismos são capazes de regeneração, podendo provocar ou aumentar o estabelecimento dessas espécies na localidade (Inglis *et al.*, 2012).

Ambientes suscetíveis à invasão são também aqueles onde ocorrem certas atividades de operação do porto em que as embarcações permanecem paradas, como as garagens, áreas de ancoragem, locais de atracação e fundeio. As embarcações permanecem “em espera” nessas áreas aguardando autorização para entrada na área de atracação dos portos e, durante esse período em que o navio está parado (atracado, fundeado ou em posicionamento dinâmico), organismos presentes no ambiente podem aderir à superfície do navio e outros já incrustados podem dispersar propágulos.

Além disso, a similaridade ambiental entre portos de origem e destino podem favorecer a introdução, estabelecimento e dispersão de espécies exóticas. Se os portos de carga ou descarga forem ecologicamente semelhantes, o risco da introdução e invasão é alto (Santos & Lamonica, 2008). Os portos que têm condições ambientais semelhantes às do *habitat* nativo da EEI são os mais suscetíveis à invasão.

MEDIDAS PREVENTIVAS (PROGRAMA DE PREVENÇÃO)

Instituições responsáveis pelo fornecimento de orientações e acompanhamento das medidas de controle no que se refere à introdução e dispersão das EEl são: Marinha do Brasil, Antaq, Ibama, Anvisa e Administração Portuária local.

A Antaq e a Marinha do Brasil seguem as diretrizes expostas nas normas da IMO e da Convenção BWM (IMO, 1997, 2004; Brasil, 2010). Além desses documentos e outros citados anteriormente, as medidas indicadas a seguir foram embasadas na Minuta de Resolução Cepram do Estado de Alagoas, no Plano Nacional de Prevenção, Controle e Monitoramento do Coral-sol *Tubastraea* spp. no Brasil (Brasil, 2018a), aprovado pela Portaria nº 3.642/2018 (Brasil, 2018b), no Plano Nacional de Prevenção, Controle e Monitoramento do Mexilhão-dourado (*Limnoperna fortunei*) no Brasil (Ibama, 2020) e em documentos dos governos da Austrália (Australia, 2017) e da Nova Zelândia (New Zealand 2014, 2020a, 2020b). O Guia de manejo de EEl em UCs Federais (ICMBio, 2019) também reúne métodos para o controle e erradicação de diversas EEl, incluindo espécies marinhas e de águas continentais. Deve-se ressaltar que as medidas de prevenção à invasão biológica citadas a seguir foram alteradas e adaptadas em oficina participativa a partir dessas referências e outras foram acrescentadas para atender às peculiaridades do processo de gestão das UCs e do contexto brasileiro.

As medidas de prevenção à invasão biológica associada às atividades de operação de portos, marinas e estaleiros em UCs ou em ZAs são descritas a seguir, separadas em ambiente marinho e aquático-continental e descritas em cinco temas principais.

MEDIDAS DE PREVENÇÃO À INVASÃO BIOLÓGICA ASSOCIADA ÀS ATIVIDADES DE PORTOS, MARINAS E ESTALEIROS EM AMBIENTE MARINHO

Atracação de embarcações nos portos, marinas e estaleiros

- Exigir da autoridade portuária e, quando couber, também de marinas e estaleiros, a documentação que comprove a liberação de água de lastro fora da UC e ZA, a ausência de espécies exóticas e a desratização das embarcações e de todo o material a ser desembarcado.
- Para embarcação que tenha permanecido fundeada ou navegado em áreas de comprovada contaminação por espécies exóticas, a validade da documentação que comprova a ausência de espécie exótica não pode exceder 60 (sessenta) dias da data de inspeção ou limpeza, com anotação de responsabilidade técnica do profissional.
- A embarcação que tiver atracado, com entrega do laudo referido, poderá permanecer fundeada pelo prazo adicional de 30 (trinta) dias após a expiração do prazo de validade do laudo, prazo após o qual deverá providenciar nova inspeção, desde que não tenha permanecido fundeada por mais de 30 dias em áreas de comprovada contaminação por espécie exótica.

Limpeza das infraestruturas e embarcações nas áreas dos portos, marinas e estaleiros

- O procedimento de limpeza e remoção de espécies exóticas das estruturas dos portos, marinas e estaleiros deve garantir a contenção de resíduos, a destinação ou disposição final adequada, a contenção das estruturas reprodutivas e a contenção dos fragmentos. As áreas de limpeza e manutenção devem conter e tratar e/ou descartar o material biológico capturado, assim como a

água utilizada na limpeza de espécies exóticas, de maneira ambientalmente adequada.

- A limpeza do casco não deve ocorrer dentro da UC ou ZA para embarcações que tenham permanecido fundeadas ou navegado em áreas de comprovada contaminação por EEIs, ou dentro da UC em dique seco.

Monitoramento das infraestruturas e resposta rápida em caso de invasão biológica

- Portos, marinas e estaleiros devem dispor um programa de controle e monitoramento de espécies exóticas, contendo um Programa de Resposta Rápida atualizado. O porto/marina/estaleiro deve ter equipamentos e equipe treinada conforme o Programa de Resposta Rápida, para garantir uma resposta imediata a um incidente ou risco de invasão.
- O porto deve realizar monitoramento das suas estruturas, monitorar pontos de maior risco de invasão e os limites da área do porto, realizar mapeamento e a caracterização das áreas (estruturas) “fonte” e possivelmente “receptoras” de espécies exóticas.
- A Administração do Porto e de outras áreas de atracação deverão disponibilizar ao ICMBio relatórios dos programas de monitoramento e controle de EEIs.

Educação e comunicação

- Apresentar um programa educativo e realizar campanhas sobre EEIs envolvendo os profissionais e equipes das atividades de operação e manutenção, turistas e tripulantes. Proporcionar meios de divulgação e sensibilização da comunidade costeira em geral e de seus usuários acerca da conduta preconizada no caso de identificação de ocorrência de espécie exótica, com comunicação imediata aos órgãos responsáveis, acompanhada de informações que permitam a tomada de providências pelas autoridades habilitadas, tais como imagens, profundidades e georreferenciamento do local de ocorrência incluindo a implementação voluntária do *2011 Guidelines for the control and management of ships’ biofouling to minimize the transfer of invasive aquatic species* (IMO, 2011) e do *Guidance for minimizing the transfer of invasive aquatic species as biofouling (hull fouling) for recreational craft* (IMO, 2012).

Controle de fauna e flora terrestre invasora

- Dispor de um programa integrado de controle e monitoramento da fauna sinantrópica nociva atualizado e aprovado pelo ICMBio onde estejam previstas também medidas de prevenção, monitoramento e controle de espécies exóticas, sem prejuízo das normas aplicáveis ao controle sanitário da Anvisa – Resolução Anvisa/RDC nº 72/2009 (Brasil, 2009).
- No caso de transporte de mercadorias vivas e plantas para UC ou ZA, a listagem das espécies deve ser enviada para a UC pelo menos 5 dias úteis antes da chegada da carga no porto.

MEDIDAS DE PREVENÇÃO À INVASÃO BIOLÓGICA ASSOCIADA ÀS ATIVIDADES DE PORTOS, MARINAS E ESTALEIROS EM AMBIENTE AQUÁTICO-CONTINENTAL

Atracação de embarcações nos portos, marinas e estaleiros

- Exigir do empreendimento portuário e, quando couber, também de marinas e estaleiros, a documentação que comprove a liberação de água de lastro fora da UC e ZA, a ausência de espécies exóticas e a desratização das embarcações e de todo o material a ser desembarcado.

- A validade da documentação que comprova a ausência de espécie exótica não pode exceder 60 (sessenta) dias da data de inspeção ou limpeza, com anotação de responsabilidade técnica do profissional.
- A embarcação que tiver atracado, com entrega do laudo referido, poderá permanecer fundeada pelo prazo adicional de 30 (trinta) dias após a expiração do prazo de validade do laudo, prazo após o qual deverá providenciar nova inspeção.
- O empreendimento portuário não deve receber ou permitir a atracação de embarcações e outras estruturas com a presença de EEIs nas áreas de UC ou ZA.

Limpeza das infraestruturas e embarcações nas áreas dos portos, marinas e estaleiros

- O procedimento de limpeza e remoção de espécies exóticas deve garantir a contenção de resíduos, a destinação ou disposição final adequada, a contenção das estruturas reprodutivas e a contenção dos fragmentos.
- As áreas de limpeza e manutenção devem conter e tratar e/ou descartar o material biológico capturado, assim como a água utilizada na limpeza de espécies exóticas, de maneira ambientalmente adequada.
- Na instalação e manutenção de novas estruturas de limpeza deve-se considerar o uso de tecnologias que impeçam a bioincrustação de EEIs nas estruturas do porto.
- A operação do empreendimento portuário não deve envolver a limpeza do casco de embarcações dentro da UC ou ZA.

Monitoramento das infraestruturas e resposta rápida em caso de invasão biológica

- Portos, marinas e estaleiros devem dispor de um programa de controle e monitoramento de espécies exóticas, contendo um Programa de Resposta Rápida, atualizado. O porto/marina/estaleiro deve ter equipamentos e equipe treinada conforme Programa de Resposta Rápida, para garantir uma resposta imediata a um incidente ou risco de invasão.
- O porto deve realizar monitoramento de suas estruturas, em pontos indicados pela gestão da UC, áreas diretamente afetadas e outras identificadas em estudo ambiental prévio. Deve-se monitorar pontos de maior risco de invasão e os limites da área do porto e realizar mapeamento e a caracterização das áreas (estruturas) “fontes” e possivelmente “receptoras” de espécies exóticas.
- A Administração do Porto e de outras áreas de atracação deverão disponibilizar ao ICMBio relatórios dos programas de monitoramento e controle de EEIs.

Educação e comunicação

- Apresentar um programa educativo e realizar campanhas sobre EEIs envolvendo os profissionais e equipes das atividades de operação e manutenção, turistas e tripulantes. Proporcionar meios de divulgação e sensibilização da comunidade costeira em geral e de seus usuários acerca da conduta preconizada no caso de identificação de ocorrência de espécie exótica, com comunicação imediata aos órgãos responsáveis, acompanhada de informações que permitam a tomada de providências pelas autoridades habilitadas, tais como imagens, profundidades e georreferenciamento do local de ocorrência.

Controle de fauna e flora terrestre invasora

- Dispor de um programa integrado de controle e monitoramento da fauna sinantrópica nociva atualizado e aprovado pelo ICMBio onde estejam previstas também medidas de prevenção, monitoramento e controle de espécies exóticas, sem prejuízo das normas aplicáveis ao controle sanitário da Anvisa (Brasil, 2009).

REFERÊNCIAS

- Airoidi L, Turon X, Perkol-Finkel S, Rius M. Corridors for aliens but not for natives: effects of marine urban sprawl at a regional scale. *Diversity and Distributions*, 21(7): 755-768, 2015.
- Australia. 2017. First point of entry biosecurity standards (ports): guide to meeting section 58 of the Biosecurity Regulation 2016. Version 4.0. Department of Agriculture and Water Resources. 19p. <<https://www.agriculture.gov.au/sites/default/files/sitecollectiondocuments/biosecurity/avm/vessels/point-entry-ports.pdf>>. Acesso em: 01/12/2020.
- Brasil. 1997. Resolução Conama nº 237, de 19 de dezembro de 1997. Ministério do Meio Ambiente. Diário Oficial da União.
- Brasil. 2009. Resolução nº 72, de 29 de dezembro de 2009. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Diário Oficial da União. <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2009/res0072_29_12_2009.html> Acesso em: 01/12/2020.
- Brasil. 2010. Decreto Legislativo nº 148 de 12 de março de 2010. Diário Oficial da União. <<http://legis.senado.leg.br/norma/570265>>. Acesso em: 09/12/2020.
- Brasil. 2011. Lei Complementar nº 140, de 8 de dezembro de 2011. Diário Oficial da União. <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp140.htm> Acesso em: 28/05/2021.
- Brasil. 2013. Lei nº 12.815, de 5 de junho de 2013. Diário Oficial da União. <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/lei/l12815.htm> Acesso em: 28/05/2021.
- Brasil. 2015. Decreto nº 8.437, de 22 de abril de 2015. Diário Oficial da União. <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Decreto/D8437.htm> Acesso em: 28/05/2021.
- Brasil. 2018a. Plano nacional de prevenção, controle e monitoramento do coral-sol (*Tubastraea* spp.) no Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama). Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). 102p. <<https://www.icmbio.gov.br/cbc/publicacoes.html>>. Acesso em: 11/12/2020.
- Brasil. 2018b. Portaria nº 3.642, de 10 de dezembro de 2018. Diário Oficial da União. <https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/54520540>. Acesso em: 24/11/2020.
- Ferrario J, Caronni S, Occhipinti-Ambrogi A, Marchini A. Role of commercial harbours and recreational marinas in the spread of non-indigenous fouling species. *Biofouling*, 33(8): 651-660, 2017.
- Glasby TM, Connell SD, Holloway MG, Hewitt CL. Nonindigenous biota on artificial structures: could *habitat* creation facilitate biological invasions? *Marine Biology*, 151(3): 887-895, 2007.
- Ibama (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). 2020. Plano nacional de prevenção, controle e monitoramento do mexilhão-dourado (*Limoneperna fortunei*) no Brasil. Diretoria de Uso Sustentável da Biodiversidade e Florestas. 150p.
- ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade). 2019. Guia de orientação para o manejo de espécies exóticas invasoras em Unidades de Conservação federais. Versão 3. 135p. <<https://www.icmbio.gov.br/cbc/publicacoes.html>>. Acesso em: 01/12/2020.

IMO (International Maritime Organization). 1997. Resolution A.868(20). Guidelines for the control and management of ships' ballast water to minimize the transfer of harmful aquatic organisms and pathogens. <[https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/AssemblyDocuments/A.868\(20\).pdf](https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/AssemblyDocuments/A.868(20).pdf)>. Acesso em: 01/12/2020.

IMO (International Maritime Organization). 2004. International convention for the control and management of ships' ballast water and sediments (BWM). <[https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Control-and-Management-of-Ships%27-Ballast-Water-and-Sediments-\(BWM\).aspx](https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Control-and-Management-of-Ships%27-Ballast-Water-and-Sediments-(BWM).aspx)>. Acesso em: 09/12/2020.

IMO (International Maritime Organization). 2011. Resolution MEPC.207(62). Guidelines for the control and management of ships' biofouling to minimize the transfer of invasive aquatic species. Marine Environment Protection Committee. 25p. <[https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Environment/Documents/RESOLUTION%20MEPC.207\[62\].pdf](https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Environment/Documents/RESOLUTION%20MEPC.207[62].pdf)>. Acesso em: 08/12/2020.

IMO (International Maritime Organization). 2012. Resolution MEPC.1/Circ.792. Guidance for minimizing the transfer of invasive aquatic species as biofouling (hull fouling) for recreational craft. <<https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Environment/Documents/MEPC.1-Circ.792.pdf>>. Acesso em: 08/12/2020.

Inglis G, Floerl O, Woods C. 2012. Scenarios of vessel biofouling risk and their management. Technical Report. Ministry of Agriculture and Forestry. 122p. <<https://www.mpi.govt.nz/dmsdocument/4029>>. Acesso em: 02/12/2020.

IUCN (International Union for Conservation of Nature). 2017. Guidance for interpretation of CBD categories on introduction pathways. Technical note prepared by IUCN for the European Commission. 108p. <<https://www.cbd.int/doc/c/9d85/3bc5/d640f059d03acd717602cd76/sbstta-22-inf-09-en.pdf>>. Acesso em: 17/08/2020.

Latini AO, Resende DC, Pombo VB, Coradin L (orgs.). 2016. Espécies exóticas invasoras de águas continentais no Brasil. Ministério do Meio Ambiente. 791p.

Lopes RM (ed.). 2009. Informe sobre as espécies exóticas invasoras marinhas no Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. 440p.

López-Legentil S, Legentil ML, Erwin PM, Turon X. Harbor networks as introduction gateways: contrasting distribution patterns of native and introduced ascidians. *Biological Invasions*, 17(6): 1623-1638, 2015.

New Zealand. 2014. Science underpinning the thresholds proposed in the CRMS: biofouling on vessels arriving to New Zealand. Technical Report. Ministry for Primary Industries. 20p. <<https://www.mpi.govt.nz/dmsdocument/4148-Science-underpinning-the-thresholds-proposed-in-the-CRMS-Biofouling-on-vessels-arriving-to-New-Zealand>>. Acesso em: 01/12/2020.

New Zealand. 2020a. Import health standard: wood packaging material from all countries. Ministry for Primary Industries. 23p. <<https://www.biosecurity.govt.nz/dmsdocument/1212/direct>>. Acesso em: 02/12/2020.

New Zealand. 2020b. Import health standard: sea containers from all countries. Ministry for Primary Industries. 12p. <<https://www.mpi.govt.nz/dmsdocument/1984/direct>>. Acesso 02/12/2020.

Oricchio FT, *et al.* Exotic species dominate marinas between the two most populated regions in the southwestern Atlantic Ocean. *Marine Pollution Bulletin*, 146: 884-892, 2019.

Pinhão CMDAM, Rocio MAR, Mendes APDA, Teixeira CAN, Prates HF. Estaleiro de reparo e manutenção naval. *BNDES*, Rio de Janeiro, 25(50): 67-107, 2019.

Russell JC, Towns DR, Clout MN. 2008. Review of rat invasion biology: implications for island biosecurity. Science & Technical Publishing. 52p.

Santos JGAS, Lamonica MN. Água de lastro e bioinvasão: introdução de espécies exóticas associadas ao processo de mundialização. *Vértices*, 10(1/3): 2008.

As estruturas artificiais em contato com a água podem atuar como *habitat* disponíveis à ocupação por espécies exóticas incrustantes.



©Marcelo V. Kitahara / Acervo CBC/ICMBio

Como o coral-sol (*Tubastraea tagusensis*) no Yach Clube de Ilhabela, SP.



©Marta Cristina Dreher Mansur

E o mexilhão-dourado (*Limnoperna fortunei*) na base de um pilar de madeira no Parque Estadual de Itapuã, RS.

Recifes artificiais fornecem novos substratos adequados para o estabelecimento de diversas espécies, incluindo espécies exóticas invasoras. Naufrágio Virgo, PE.

©Pedro Pereira / Acervo CBC/ICMBio

CAPÍTULO 4: ATIVIDADES DE AFUNDAMENTOS ASSISTIDOS PARA A CRIAÇÃO DE RECIFES ARTIFICIAIS



QUAIS SÃO AS ATIVIDADES QUE PODEM GERAR IMPACTOS ASSOCIADOS À INVASÃO BIOLÓGICA?

A atividade associada à invasão biológica é a prática de afundamento intencional de estruturas sólidas em ambiente marinho para criação de recifes artificiais.

Os recifes artificiais podem ser criados pelo afundamento de qualquer estrutura, incluindo embarcações, trens, plataformas, aviões e outras estruturas sucateadas. Assim, a atividade também é conhecida como naufrágio, alijamento, afundamento assistido ou deliberado de estruturas descomissionadas.

Recifes artificiais fornecem novos substratos adequados para o estabelecimento de diversas espécies, incluindo EEIs (Bulleri & Airoidi, 2005). Consequências não intencionais, a instalação e operação dessas estruturas artificiais podem promover a disseminação dessas EEIs (Airoidi *et al.*, 2015). Os recifes artificiais podem aumentar a biomassa de comunidades incrustantes, fornecendo superfície adicional para colonização. Assim que o substrato artificial é submerso, ele fornece um espaço limpo e livre para ser colonizado por numerosos organismos incrustantes (Jimenez *et al.*, 2017). A importância dos afundamentos intencionais e acidentais como um mecanismo para a introdução e persistência de EEIs incrustantes tem sido objeto de pesquisas (Schulze *et al.*, 2020; Soares *et al.*, 2020). Os recifes artificiais podem fornecer a essas espécies invasoras um *habitat* adequado que antes não existia e, também, conectividade entre áreas onde espécies invasoras estão presentes e áreas onde sua ocorrência não foi documentada (Miranda *et al.*, 2020).

QUAIS AS VIAS E OS VETORES DE INTRODUÇÃO E DISPERSÃO DE EEIS ASSOCIADOS À ATIVIDADE?

A via de introdução e dispersão de EEI associada é a própria atividade de afundar estruturas e o vetor são as estruturas que são afundadas. Após a introdução inicial de estruturas contaminadas, a colonização de novas áreas por EEIs deve acontecer por meio de dispersão natural (Creed *et al.*, 2017; Miranda *et al.*, 2020).

As estruturas que serão afundadas podem transportar EEIs incrustantes para uma região onde ela ainda não ocorre. Embarcações desativadas costumam ficar paradas por longos períodos antes de serem rebocadas, em baixa velocidade, para o local do afundamento. Durante essa movimentação, as EEIs que podem estar ali incrustadas são dispersas ao longo da viagem, podendo ocorrer translocações significativas de comunidades de incrustação potencialmente bem estabelecidas para novas regiões (Hilliard, 2004).

As estruturas artificiais que são afundadas, mesmo quando limpas de EEIs incrustantes, fornecem substratos disponíveis e adequados para o estabelecimento de EEIs, facilitando e acelerando o processo de invasão (Miranda *et al.*, 2020). O substrato disponível pode ser colonizado por EEIs que já estão presentes no local ou nas proximidades ou, ainda, por outros vetores contaminados, como embarcações e equipamentos de apoio à atividade de afundamentos ou pela navegação e tráfego marítimo da região.

QUAIS AS TIPOLOGIAS DE EMPREENDIMENTOS QUE REALIZAM A ATIVIDADE?

A Instrução Normativa Ibama nº 28/2020 (Brasil, 2020) estabelece procedimentos a serem observados no licenciamento ambiental para instalação de recifes artificiais no Mar Territorial, Zona Econômica exclusiva e UCs instituídas pela União (exceto APAs) e demais situações que venham a atrair a competência para a União licenciar.

QUAIS AS EEIS OU GRUPOS TAXONÔMICOS ASSOCIADOS À ATIVIDADE?

As EEIs associadas às atividades são incrustantes e incluem comunidades sésseis de fauna e flora que se fixam em substratos duros. A diversidade de uma comunidade de incrustação em geral aumenta em superfícies que estão sujeitas a longos períodos de imersão estática, como em naufrágios e estruturas afundadas e pode incluir diversos organismos como algas, esponjas, anêmonas e corais (Hilliard, 2004).

A maioria das espécies invasoras marinhas no Brasil incrusta em substratos artificiais (Lopes, 2009; Teixeira & Creed, 2020). As EEIs marinhas que ocorrem em UCs cuja introdução e dispersão estão associadas à incrustação são mencionadas no Capítulo 1 deste Guia. Entre os invasores mais prováveis associados à atividade de afundamentos assistidos estão os corais *Tubastraea* spp. (Soares *et al.*, 2020; Miranda *et al.*, 2020). Essas espécies de corais, após o estabelecimento e dominância, podem alterar a estrutura da comunidade, reduzindo a heterogeneidade de *habitat* deslocando espécies nativas e alterando a cadeia trófica (Lages *et al.*, 2011). Também foi observada a alteração de *habitat*, modificando processos físicos e químicos locais, o que pode desencadear condições favoráveis para espécies com outras características, inclusive de outras espécies invasoras, acelerando novas invasões (Lages *et al.*, 2011). Os corais *Tubastraea* spp. já foram registrados em altas densidades em diversos recifes artificiais (Fenner & Banks, 2004; Figueroa *et al.*, 2019; Miranda *et al.* 2016, 2020; Mondal & Raghunathan, 2017; Soares *et al.*, 2020) e sua expansão pode ser auxiliada por estas estruturas afundadas (Soares *et al.*, 2018; Miranda *et al.*, 2020).

AMBIENTES DE MAIOR SUSCETIBILIDADE À INVASÃO

Para os afundamentos assistidos, os locais mais propícios à invasão são aqueles que se encontram próximos a áreas já invadidas ou onde há travessia de vetores contaminados.

O tráfego marítimo aumenta os riscos de invasão biológica, principalmente de organismos incrustantes fortemente associados a rotas marítimas e plataformas de petróleo e gás, que são vetores primários para novas introduções (Creed *et al.*, 2017). As estruturas afundadas fornecem substrato disponível, onde antes não havia, para larvas, fragmentos e indivíduos de EEIs que podem ser dispersos por esses vetores.

Para organismos marinhos sésseis, qualquer substrato é um *habitat* em potencial, porém já foi demonstrado que as EEIs são mais exitosas do que as espécies nativas na colonização de substratos artificiais, podendo, assim, aumentar rapidamente sua densidade populacional, distribuição e fonte de propágulos na área já invadida (Tyrrell & Byers, 2007).

Ainda, recifes artificiais podem ser usados por EEIs como trampolins ou corredores ecológicos (*stepping stones*), acelerando o processo de invasão e a chegada de EEIs para outras localidades (Saura *et al.*, 2014), transpondo limites biogeográficos e barreiras naturais nunca antes ultrapassadas pela espécie (Paxton *et al.*, 2019). As estruturas afundadas fornecem grandes manchas de *habitat* intermediários,

onde as EEIs podem explorar as oportunidades criadas por essa rede (*networks of stepping-stone patches*). As EEIs utilizam esses corredores para se moverem através de áreas limitadas por *habitat* ou áreas com *habitat* degradados, à medida que encontram condições ambientais adequadas (Saura *et al.*, 2014). Assim, o grande número de afundamentos para recifes artificiais pode ajudar na expansão das EEIs de corais *Tubastraea* no Oceano Atlântico, por exemplo (Miranda *et al.*, 2020).

Desta forma, afundar estruturas em ambiente com comprovada presença de EEIs favorece a propagação de EEIs em detrimento das espécies nativas locais, ampliando sua densidade populacional, fonte de propágulos e distribuição, além de possibilitar e aumentar a conexão da área invadida com novas regiões ainda não invadidas.

MEDIDAS PREVENTIVAS (PROGRAMA DE PREVENÇÃO)

Os principais dispositivos legais aplicáveis à atividade de afundamentos assistidos são a Instrução Normativa Ibama nº 28/2020 (Brasil, 2020), a Convenção sobre Prevenção da Poluição Marinha por Alijamento de Resíduos e Outras Matérias, concluída em Londres, 1972 – Decreto nº 87.566/1982 (Brasil, 1982), a Lei nº 9.537/97 (Brasil, 1997) e a NORMAM 07-DPC (Brasil, 2003). A Instrução Normativa Ibama nº 28/2020 (Brasil, 2020) estabelece, em seu art. 9º, que será indeferido o pedido de licenciamento de recifes artificiais que possam servir de pontes para a dispersão de espécies exóticas ou que possam ameaçar a integridade de ecossistemas especialmente protegidos. Os outros documentos citados consideram os requisitos quanto à prevenção da poluição marinha e segurança do tráfego aquaviário. Mas não complementam medidas de prevenção da invasão biológica associada à atividade de naufrágios e afundamentos assistidos.

A introdução e dispersão de EEIs é listada pela *Food and Agriculture Organization* (FAO) como um dos possíveis impactos negativos de recifes artificiais (Fabi *et al.*, 2015). Documentos internacionais recomendam a adoção de medidas mitigadoras, como em uma recente revisão do documento da IMO (Galil *et al.*, 2019) e do governo da Austrália (MPSC, 2018), referentes ao controle e manejo de bioincrustações e diretrizes referentes à criação de recifes artificiais (Fabi *et al.*, 2015; UNEP & MAP, 2019). Estes documentos foram utilizados na elaboração das medidas preliminares, que sofreram alterações ou adaptações para atender às peculiaridades do processo de gestão das UCs.

Os recifes artificiais podem auxiliar a dispersão de espécies exóticas invasoras, como o coral-sol (*Tubastraea* sp.), disponibilizando habitats que antes não existiam e criando corredores entre áreas. Naufrágio Virgo, PE.



©Pedro Pereira / Acervo CBC/CMBio

A seguir, são indicadas medidas de gestão prévia e limpeza das estruturas, restrições, monitoramento e resposta à invasão e medidas de educação.

Gestão prévia das estruturas e do local do afundamento

- Apresentar programa de implantação do recife artificial, contendo minimamente: (a) informações de rotas marítimas adotadas para o transporte até o local de afundamento; (b) documentos de inspeção de incrustação por espécies exóticas da estrutura a ser afundada e das embarcações e equipamentos que serão utilizados nas atividades comprovando que todos estão livres de espécies exóticas; (c) os possíveis impactos associados à invasão biológica e análise de riscos; (d) a localização georreferenciada do local de afundamento e (e) ações de Contingência da Operação de Reboque.
- Realizar análise de risco de invasões biológicas antes da implantação de um recife artificial ou realização de afundamento, contendo: ocorrência de espécies exóticas em regiões próximas ou adjacentes ao local proposto; tráfego marítimo com possíveis vetores contaminados; locais que ameacem, em sua área de influência direta, a integridade de formações recifais e demais *habitat* protegidos por legislação específica e relatórios de inspeção das embarcações e estruturas, realizada com foco em organismos invasores.
- Adotar protocolo para limitar os riscos de bioincrustação por espécies exóticas enquanto uma embarcação ou estrutura está sendo preparada para afundamento. Este protocolo deve incluir: (a) desligamento dos sistemas internos de água do mar; (b) uso de um Sistema de Prevenção de Crescimento de Organismos Marinhos Incrustantes (*Marine Growth Prevention System – MGPS*) ou outras rotinas de dosagem para quaisquer sistemas internos de água do mar que permanecem em operação durante o período de inatividade da embarcação; (c) esvaziar baús, caixas, compartimentos de água do mar e (d) suprimir quaisquer outras entradas e vazios (como túneis de propulsão de proa e orifícios de apoio do leme) para reduzir as áreas de nicho disponíveis para abrigar EEs marinhas.
- A área e todas as estruturas que serão afundadas devem ser inspecionadas periodicamente, mesmo após sua instalação. Um laudo de inspeção comprobatório de inexistência de incrustações por espécies exóticas deve ser apresentado ao gestor da UC, cuja validade será de 60 dias e com anotação de responsabilidade técnica do profissional.

Limpeza das estruturas afundadas e embarcações que participam das atividades

- Todas as embarcações e/ou estruturas, sejam elas recreativas, comerciais ou não, desativadas, descomissionadas, ou abandonadas, destinadas ao afundamento, devem aderir ao mesmo padrão para o controle e gerenciamento de incrustação biológica por espécies exóticas antes de entrarem na UC ou ZA, conforme as medidas indicadas para a Atividade de Navegação no Capítulo 2 deste Guia.
- Exigir um programa de monitoramento e limpeza das estruturas afundadas no espaço da UC e sua ZA. As estruturas afundadas no espaço da UC e da sua ZA devem ser mantidas limpas de espécies exóticas. O procedimento de limpeza e remoção de espécies exóticas deve garantir a contenção de resíduos, a destinação ou disposição final adequada, a contenção das estruturas reprodutivas e a contenção dos fragmentos.

Restrições

- Devem ser impedidas de serem afundadas embarcações ou estruturas que tenham comprovada contaminação por espécies exóticas ou com alto risco de presença de espécies exóticas em áreas de UCs ou ZAs. O risco de presença de espécies exóticas é alto para embarcações e estruturas que: (1) realizaram a última inspeção há mais de 12 meses; (2) apresentaram organismos exóticos na última inspeção; (3) realizaram docagem em dique seco com limpeza e aplicação de anti-incrustante há mais de 12 meses; (4) realizaram trânsito/fundeio (maior que 3 dias) em ambientes de água doce há mais de 12 meses ou (5) realizaram trânsito/fundeio em locais com ocorrência de EEI após a última limpeza ou menos de 6 meses antes da última inspeção.
- Implementar uma distância ou zona de segurança entre formações recifais e demais *habitat* protegidos por legislação específica e a estrutura afundada, devendo a UC determinar distâncias e profundidades de acordo com cada caso.
- Devem ser impedidas de ser afundadas quaisquer estruturas em UC e na sua ZA onde a presença de espécies exóticas já seja conhecida na área da UC ou ZA.

Monitoramento e resposta rápida em caso de invasão biológica

- Os responsáveis pelo afundamento devem dispor de um programa de manejo e monitoramento de EEIs marinhas, contendo um Programa de Resposta Rápida atualizado, indicando ações de resposta rápida e ações de erradicação e controle, se possível, conforme referência indicada nas observações abaixo.
 - Observações:

Um modelo de procedimento básico para detecção precoce e resposta rápida é provido no Guia de Orientação para o Manejo de Espécies Exóticas Invasoras em Unidades de Conservação Federais (Brasil, 2019) e pode ser adaptado para o contexto específico de cada situação. O referido Guia também apresenta orientações para os métodos de controle de espécies exóticas invasoras e formas de destinação.
- Os responsáveis pelo afundamento devem realizar monitoramento das estruturas afundadas; monitorar pontos de maior risco de invasão; realizar mapeamento e a caracterização das áreas (estruturas) “fonte” e possivelmente “receptoras” de espécies exóticas.
- Os responsáveis pelo afundamento deverão disponibilizar ao ICMBio relatórios dos programas de monitoramento e manejo de EEIs.

Educação e capacitação dos envolvidos

- Apresentar um programa educativo e realizar campanhas envolvendo turistas sobre as EEIs incrustantes, inclusive para informar a ocorrência em caso de detecção. Mergulhadores, operadores de instalações de limpeza ou manutenção na água e aqueles que fazem o levantamento ou inspeção das embarcações e estruturas afundadas devem ser capacitados para a detecção de espécies exóticas e aplicação de procedimentos de gerenciamento e tratamento de bioincrustação por espécies exóticas.

REFERÊNCIAS

- Airoidi L, Turon X, Perkol-Finkel S, Rius M. Corridors for aliens but not for natives: effects of marine urban sprawl at a regional scale. *Diversity and Distributions*, 21(7): 755-768, 2015.
- Bulleri F, Airoidi L. Artificial marine structures facilitate the spread of a non-indigenous green alga, *Codium fragile* ssp. *tomentosoides*, in the north Adriatic Sea. *Journal of Applied Ecology*, 42(6): 1063-1072, 2005.
- Brasil. 1982. Decreto nº 87.566, de 16 de setembro de 1982. Diário Oficial da União. <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/1980-1984/D87566.htm#:~:text=DECRETO%20No%2087.566%2C%20DE,29%20de%20dezembro%20de%201972>. Acesso em: 01/12/2020.
- Brasil. 1997. Lei Federal nº 9.537, de 11 de dezembro de 1997. Diário Oficial da União. <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9537.htm>. Acesso em: 01/12/2020.
- Brasil. 2003. Normas da Autoridade Marítima para atividades de inspeção naval: NORMAM-07/DPC. Marinha do Brasil. Diretoria de Portos e Costas (DPC). Diário Oficial da União. <<https://www.marinha.mil.br/dpc/sites/www.marinha.mil.br.dpc/files/normam07.pdf>>. Acesso em: 01/12/2020.
- Brasil. 2019. Guia de orientação para o manejo de espécies exóticas invasoras em Unidades de Conservação federais. Versão 3. Ministério do Meio Ambiente. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). 135p. <<https://www.icmbio.gov.br/cbc/publicacoes.html>>. Acesso em: 12/12/2020.
- Brasil. 2020. Instrução Normativa Ibama nº 28, de 24 de dezembro de 2020. Ministério do Meio Ambiente. Diário Oficial da União. <<https://www.in.gov.br/web/dou/-/instrucao-normativa-n-28-de-24-de-dezembro-de-2020-296444001>> Acesso em: 01/12/2020.
- Creed JC, *et al.* The invasion of the azooxanthellate coral *Tubastraea* (Scleractinia: Dendrophylliidae) throughout the world: history, pathways and vectors. *Biological Invasions*, 19(1): 283-305, 2017.
- Fabi G, *et al.* Practical guidelines for the use of artificial reefs in the Mediterranean and the Black Sea. General Fisheries Commission for the Mediterranean. Studies and Reviews, (96): I, 2015.
- Fenner D, Banks K. Orange cup coral *Tubastraea coccinea* invades Florida and the Flower Garden Banks, northwestern Gulf of Mexico. *Coral Reefs*, 23: 505–507, 2004.
- Figueroa DF, McClure A, Figueroa NJ, Hicks DW. Hiding in plain sight: invasive coral *Tubastraea tagusensis* (Scleractinia: Hexacorallia) in the Gulf of Mexico. *Coral Reefs*, 38: 395–403, 2019.
- Galil BS, *et al.* 2019. ICES Viewpoint background document: evaluating and mitigating introduction of marine non-native species via vessel biofouling. ICES Ad Hoc Report 2019. International Council for the Exploration of the Sea. 17p.
- Hilliard R. 2004. Best practice for the management of introduced marine pests: a review. Global Invasive Species Programme (GISP). URS Australia Pty. Ltd. 171p. <<https://www.cbd.int/doc/pa/tools/Best%20practice%20for%20the%20management%20of%20introduced%20marine%20pests.pdf>>. Acesso em: 01/12/2020.

- Jimenez C, Hadjioannou L, Petrou A, Andreou V, Georgiou A. Fouling communities of two accidental artificial reefs (modern shipwrecks) in Cyprus (Levantine Sea). *Water*, 9(1): 11, 2017.
- Lages BG, Fleury BG, Menegola C, Creed JC. Change in tropical rocky shore communities due to an alien coral invasion. *Marine Ecology Progress Series*, 438: 85–96, 2011.
- Lopes RM (ed.). 2009. Informe sobre as espécies exóticas invasoras marinhas no Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. 440p.
- MPSC (Marine Pest Sectoral Committee). 2018. National biofouling management guidelines for non-trading vessels. Department of Agriculture and Water Resources. 46p. <<https://www.marinepests.gov.au/sites/default/files/Documents/non-trading-vessel-biofouling-guidelines.pdf>>. Acesso em: 01/12/2020.
- Miranda RJ, Costa Y, Lorders FL, Nunes JACC, Barros F. New records of the alien cup-corals (*Tubastraea* spp.) within estuarine and reef systems in Todos os Santos Bay, southwestern Atlantic. *Marine Biodiversity Records*, 9: 35, 2016.
- Miranda RJ, *et al.* Brazil policy invites marine invasive species. *Science*, 368(6490): 481, 2020.
- Mondal T., Raghunathan C. Shipwrecks in Andaman and Nicobar Islands: an artificial *habitat* for corals. *Journal of the Marine Biological Association of India*, 59: 92–101, 2017.
- Paxton AB, Peterson CH, Taylor JC, Adler AM, Pickering EA, Silliman BR. Artificial reefs facilitate tropical fish at their range edge. *Communications Biology*, 2(1): 1-7, 2019.
- Saura S, Bodin Ö, Fortin MJ. Stepping stones are crucial for species' long-distance dispersal and range expansion through *habitat* networks. *Journal of Applied Ecology*, 51(1): 171-182, 2014.
- Schulze A, Erdner DL, Grimes CJ, Holstein DM, Miglietta MP. Artificial reefs in the Northern Gulf of Mexico: community ecology amid the "Ocean Sprawl". *Frontiers in Marine Science*, 7: 447, 2020.
- Soares MO, Davis M, de Macêdo Carneiro PB. Northward range expansion of the invasive coral (*Tubastraea tagusensis*) in the southwestern Atlantic. *Marine Biodiversity*, 48(3): 1651-1654, 2018.
- Soares MO, Salani S, Paiva SV, Braga MDA. Shipwrecks help invasive coral to expand range in the Atlantic Ocean. *Marine Pollution Bulletin*, 158: 111394, 2020.
- Teixeira LMP, Creed JC. A decade on: an updated assessment of the status of marine non-indigenous species in Brazil. *Aquatic Invasions*, 15(1): 30-43, 2020.
- Tyrrell MC, Byers JE. Do artificial substrates favor nonindigenous fouling species over native species? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 342(1): 54-60, 2007.
- UNEP (United Nations Environment Programme), MAP (Mediterranean Action Plan). 2019. 21st Meeting of the Contracting Parties to the Convention for the Protection of the Marine Environment and the Coastal Region of the Mediterranean and its Protocols. 33p. <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/30088/19ig24_15_rev1_eng.pdf?sequence=4&isAllowed=y>. Acesso em: 01/12/2020.



Estradas e rodovias estão associadas à invasão biológica, servindo, como habitat e/ou como corredores de dispersão de espécies exóticas invasoras, principalmente gramíneas, como no Parque Nacional da Chapada dos Guimarães, MT.

©Marina Guimarães Freitas / Acervo CBC/ICMBio

CAPÍTULO 5: ATIVIDADES DE MOVIMENTAÇÃO DE SOLO E MANEJO DE PLANTAS



QUAIS SÃO AS ATIVIDADES QUE GERAM IMPACTOS ASSOCIADOS À INVASÃO BIOLÓGICA?

As atividades que geram impactos associados à bioinvasão são as atividades de movimentação de solo e manejo de plantas que ocorrem na implantação e manutenção de acessos, estradas e empreendimentos terrestres, bem como na operação, como em mineradoras. A implantação compreende todas as atividades necessárias para a construção de instalações ou de preparação para iniciar o funcionamento. As intervenções decorrentes da implantação de um empreendimento terrestre e suas infraestruturas de apoio acarretam modificações em locais específicos na fase de construção e montagem dos equipamentos, como nas áreas de canteiros de obras, áreas de empréstimo e bota-fora, escavações para fundações e outros. Nessa fase ocorrem os principais impactos associados à invasão biológica nas atividades de movimentação do solo, mineração, supressão da vegetação, movimentação de máquinas e instalação de acessos. As atividades de manutenção e movimentação de veículos ocorrem também na fase de operação, que corresponde ao funcionamento do empreendimento. Assim, as principais atividades relacionadas à invasão biológica e previstas para empreendimentos licenciáveis são:

Na fase de instalação:

- Limpeza do terreno / Supressão de vegetação / Destocamento
- Controle da vegetação – manual e mecanizada
- Abertura/Adequação de vias de acesso
- Escavações/Caixa de empréstimo
- Terraplenagem
- Deposição de material excedente
- Movimentação de pessoas

Na fase de operação:

- Controle da vegetação da faixa de domínio – manual e mecanizada
- Manutenção das áreas verdes
- Circulação de veículos (de carga, de passageiros etc.)
- Manutenção de equipamentos e estruturas
- Manutenção e utilização de acesso

Durante essas atividades, ocorrem perturbações como desnudamento do solo, remoção de vegetação natural e alteração de nutrientes no solo, além disso, podem permitir a entrada de luz em comunidades florestais onde antes não havia e alterar a drenagem. Tal *habitat* perturbado facilita a colonização por EEIs, que são frequentemente adaptadas aos distúrbios. Os empreendimentos lineares como as linhas de transmissão, dutos terrestres, rodovias, ferrovias, estradas e acessos permitem o escoamento da produção, movimentação de pessoas e maquinários e a realização de outras atividades. São caracterizados por induzir, integrar e intensificar o fluxo de pessoas e cargas entre regiões e por também poderem transportar EEIs. As características lineares em uma paisagem podem facilitar a invasão agindo como corredores de movimento, ajudando na dispersão ou canalizando a expansão da população de EEIs estabelecidas nas margens das estradas (Coffin, 2007). As estradas e centros urbanos localizados próximos a áreas protegidas funcionam como rotas de invasão conectando ambientes naturais a ambientes contaminados e, conseqüentemente, facilitam a dispersão e o estabelecimento de plantas invasoras, principalmente de gramíneas (Silva *et al.*, 2020). As atividades elencadas anteriormente são comuns a diversos empreendimentos terrestres e todas estão associadas à invasão biológica, servindo, assim, como *habitat* e/ou como corredores de dispersão de EEIs.

QUAIS AS VIAS E OS VETORES DE INTRODUÇÃO E DISPERSÃO DE EEIS ASSOCIADOS À ATIVIDADE?

As atividades de movimentação de solo e mineração, como escavações, terraplenagem e deposição de material excedente têm como via de introdução e dispersão de EEIs o transporte de material de *habitat* contaminado, tendo como vetor o solo transportado (UNEP *et al.*, 2014). As atividades de mineração requerem uso de materiais provenientes de pedreiras, jazidas de empréstimos e depósitos de areia que podem conter organismos invasores. O solo é o *habitat* de diversos seres e propágulos e, ao ser retirado de uma área invadida por EEIs e depositado em novas regiões, pode introduzir essas espécies, principalmente em margens de estrada e rodovia onde o solo em excesso é depositado. Essas regiões apresentam um *habitat* alterado e disponível, fornecendo condições adequadas para o estabelecimento e crescimento de espécies exóticas (Jodoin *et al.*, 2008). O transporte de solo contaminado e agregados, como cascalhos e areia, usados em construção de infraestruturas, canteiro de obras e também a deposição de resíduos de aterro, é uma importante via de introdução e dispersão de EEIs.

As atividades que envolvem movimentação de pessoas, equipamentos, veículos e maquinários têm como via o transporte não intencional de EEIs conectadas a estruturas de seus vetores que podem ser em botas de pessoas, pneus de veículos e maquinário (tratores, escavadeiras, caminhão) e em equipamentos de manutenção (roçadeiras, foices etc.). Ao transitar por uma área infestada, propágulos de EEIs aderem-se às superfícies ou ao solo preso nas estruturas e pneus, sendo que tal contaminação pode levar à disseminação da espécie entre regiões. Os veículos transportam grandes quantidades de sementes por longas distâncias, podendo acelerar as invasões de plantas e induzir mudanças rápidas nos padrões de biodiversidade (Von der Lippe & Kowarik, 2007).

As atividades de controle da vegetação da faixa de domínio e manutenção das áreas verdes envolvem o plantio de vegetação com determinados objetivos, sendo essa a via de introdução e dispersão de EEIs. Espécies de plantas invasoras, principalmente gramíneas, são semeadas nas faixas de domínio com o objetivo de controlar a erosão em estabilização de taludes. Essas EEIs introduzidas intencionalmente, tendo como vetor de introdução o ser humano, são plantadas em ambientes abertos sem controle e se dispersam naturalmente. Além das EEIs que são frequentemente usadas em faixas de domínio, sementes e propágulos de outras EEIs são dispersas por veículos e encontram ambiente em margens de estradas

onde podem se estabelecer e prosperar (Coffin, 2007). O controle dessa vegetação também pode facilitar sua dispersão. Ao realizar a manutenção da vegetação, durante a poda, corte ou roçada, propágulos que estavam aderidos aos equipamentos usados anteriormente em áreas contaminadas, podem ser liberados e introduzidos a novas regiões. A manutenção de estradas é um mecanismo com potencial para espalhar rapidamente plantas invasoras em múltiplas escalas espaciais (Rauschert *et al.*, 2017).

QUAIS AS TIPOLOGIAS DE EMPREENDIMENTOS QUE REALIZAM A ATIVIDADE?

As tipologias de empreendimentos que realizam as atividades associadas à invasão biológica são os empreendimentos definidos na Resoluções Conama nº 237/1997 (Brasil, 1997) e Conama nº 1/1986 (Brasil, 1986). Empreendimentos terrestres do grupo de extração e tratamento de minerais; indústrias diversas; obras civis; serviços de utilidade; transporte, terminais e depósitos; turismo; agropecuária; e uso de recursos naturais. Todas essas tipologias realizam alguma das atividades descritas anteriormente durante a fase de implantação ou de funcionamento dos empreendimentos terrestres.

As atividades que são associadas à invasão biológica descritas neste Capítulo são as atividades modificadoras previstas para empreendimentos licenciáveis e definidas na Resolução Conama nº 001/1986 (Brasil, 1986). Principalmente as tipologias de rodovias; ferrovias; aeroportos; dutos; linhas de transmissão de energia elétrica; aterros sanitários; usinas e indústrias; exploração econômica de madeira; projetos urbanísticos e projetos agropecuários.

QUAIS AS EEIS OU GRUPOS TAXONÔMICOS ASSOCIADOS À ATIVIDADE?

As EEIs associadas às atividades de movimentação de solo e manejo de vegetação são, em geral, plantas, insetos, moluscos e pequenos mamíferos. São espécies generalistas e plantas pioneiras que invadem ambientes abertos ou pouco sombreados. Essas espécies são capazes de explorar condições ecológicas altamente variáveis, como aquelas encontradas em ambientes à margem de estradas, e possuem mecanismos de dispersão eficientes, como grande quantidade de sementes pequenas, dispersão por rizomas ou outras estruturas reprodutivas (Coffin, 2007). O solo transportado e o maquinário utilizado nessas atividades são vetores que podem carregar alta variedade de organismos e tipos de propágulos.

O transporte de solos contaminados dispersa e introduz diversas plantas exóticas invasoras, em geral, são espécies que estabelecem um banco de sementes e/ou apresentam estruturas de propagação vegetativa. Assim, o transporte de solo superficial (*topsoil*) também envolve a transferência de um banco de gemas, incluindo sementes, estolões, rizomas, rizóforos, bulbos, raízes e fragmentos acima e abaixo do solo que têm o potencial de rebrotar, podendo ser de espécies nativas ou de exóticas invasoras (Ferreira *et al.*, 2015). Foram registradas diversas EEIs de flora com ocorrência em UCs que têm como via de introdução e dispersão o transporte de solo contaminado, sendo que a lista oficial pode ser consultada no *site* do ICMBio (2021). As espécies de gramíneas que podem ser transportadas como a braquiária (*Urochloa mutica*) e o capim-andropogon (*Andropogon gayanus*), invadem diferentes *habitat*, como planícies aluviais e savanas tropicais, causando mudanças na composição vegetal e diminuindo a riqueza de plantas nativas (Douglas *et al.*, 2006). As sementes de árvores e arbustos exóticos, como o pinus (*Pinus pinaster*) e o tojo (*Ulex europaeus*), que são transportadas no solo, podem dispersar essas espécies que estão listadas entre as 100 piores EEIs do mundo, podendo deslocar plantas nativas e alterar as características do solo (Lowe *et al.*, 2000; ISSG, 2021). Outros grupos de plantas associados aos mesmos impactos e que são transportados pelo solo são as samambaias, como a *Christella dentata*, que forma densas populações

em margens de estradas (Yanez *et al.*, 2020) e herbáceas, como a trapoeraba-roxa (*Tradescantia zebrina*) que dificulta a regeneração de espécies lenhosas na Mata Atlântica, especialmente na borda da floresta (Castro *et al.*, 2019). Em relação à fauna, as espécies de moluscos, como o caramujo-africano (*Achatina fulica*) e o caracol (*Bradybaena similaris*), também foram registradas. Essas espécies podem ameaçar os caramujos nativos e transmitir doenças, tornando-se ainda um problema de saúde pública (Thiengo *et al.*, 2007; Nurinsiyah & Hausdorf, 2019).

As EEs que são transportadas em máquinas como tratores, escavadeiras, caminhão e equipamentos de manutenção, como roçadeiras e foices, são aquelas que possuem propágulos que se aderem às suas estruturas. As roçadeiras e outras máquinas de corte podem facilitar a dispersão de propágulos que ficam aderidos até serem retirados durante a limpeza do equipamento (Vitalos & Karrer, 2009). Assim, são associadas principalmente espécies invasoras já estabelecidas nas margens de estradas, como o arbusto algodão-de-seda (*Calotropis procera*) que invade áreas alteradas de restinga e pode descaracterizar a vegetação nativa (Rangel & Nascimento, 2011), e as gramíneas capim-açu (*Digitaria insularis*) e capim-gordura (*Melinis minutiflora*) que são extremamente agressivas e invasoras no Cerrado (Silva *et al.*, 2020). São associadas também espécies que são manejadas por máquinas e equipamentos, como os pinus (*Pinus caribaea*, *Pinus elliottii* e *Pinus taeda*) que podem causar impactos negativos sobre a comunidade arbórea nativa do Cerrado, reduzindo a densidade de plantas nativas e alterando a abundância de espécies (Cazetta & Zenni, 2020). Ainda, pode-se citar o capim-carrapicho (*Cenchrus echinatus*) como exemplo de EEI que possui mecanismos de dispersão com propágulos que se aderem às roupas, calçados e equipamentos das pessoas, podendo ser dispersa facilmente para longas distâncias e causar alterações de *habitat*, além de impactos à fauna nativa (Flint & Rehkemper, 2002). A espécie de fauna associada a atividade é a formiga-cabeçuda (*Pheidole megacephala*) que se adere aos pneus e estruturas de maquinário, sendo está uma espécie agressiva e conhecida por deslocar a fauna nativa de formigas onde é introduzida (Hoffmann & Parr, 2008).

As EEs associadas às atividades de movimentação de veículos de transporte terrestre são plantas e animais que podem se esconder em estruturas e mercadorias. Os veículos terrestres são vetores de dispersão secundária para uma grande variedade de espécies de plantas, que podem aderir seus propágulos e estruturas vegetativas aos pneus, estruturas externas e internas (Lemke *et al.*, 2019). Assim, em geral, as EEs associadas aos veículos de transporte terrestre são plantas com propágulos pequenos

O solo é o habitat de diversos organismos e propágulos e, ao ser retirado de uma área invadida por espécies exóticas, e depositado em novas regiões, pode introduzir essas espécies. A movimentação de solo pode ocorrer em várias atividades, como nessa área de lavra de bauxita em recuperação ambiental, utilizando solo orgânico e resíduos florestais depositados, na Floresta Nacional de Saracá-Taquera, PA.



©Marco Aurélio da Silva

e leves, como a gramínea capim-colonião (*Megathyrus maximus*) que retarda a sucessão e diminui a regeneração das espécies lenhosas da Mata Atlântica (Mantoani & Torezan, 2016) e a árvore espinho-de-jerusalém (*Parkinsonia aculeata*) que invade a Caatinga e reduz significativamente a densidade e simplifica a composição do banco de sementes do solo (Gonçalves *et al.*, 2011; Pinto *et al.*, 2020). Em UCs são registradas ocorrências de diversas espécies de plantas associadas a essa atividade, incluindo árvores, arbustos, herbáceas e gramíneas, e duas EEIs de fauna já descritas, a formiga-cabeçuda (*Pheidole megacephala*) e o rato-doméstico (*Mus musculus*).

AMBIENTES DE MAIOR SUSCETIBILIDADE À INVASÃO

Ambientes de maior suscetibilidade são aqueles onde as barreiras à invasão foram removidas devido a distúrbios antropogênicos causados, em geral, por atividades humanas. A implantação de acesso e supressão da vegetação são atividades que retiram a vegetação que antes atuava como barreiras físicas. Com a retirada da vegetação, há alteração na luminosidade que chega até o solo influenciando a temperatura e a umidade. O solo também sofre variação nos níveis de nutrientes e em sua estrutura física, devido a deposição de outros solos, areia, cascalho, elementos químicos e compactação. Essa perturbação facilita o estabelecimento de EEIs de plantas que chegam nas máquinas ou que são dispersas naturalmente pelo vento ou água, provenientes de outra região infestada. As EEIs de plantas são, em geral, pioneiras, do início da sucessão e que colonizam ambientes perturbados. Assim, margens de estradas e acessos que foram abertos são os ambientes mais suscetíveis à invasão (Hansen & Clevenger, 2005).

A suscetibilidade à invasão em empreendimentos lineares é associada ao nível de perturbação que é causado pelas atividades de construção e manutenção de estradas e tráfego de veículos. As margens de rodovias pavimentadas contêm maior cobertura de plantas invasoras quando comparadas a estradas não pavimentadas, devido ao aumento dessas atividades citadas (Gelbard & Belnap, 2003). Quanto maior a necessidade de manutenção frequente, estradas conectadas e fluxo de maquinários e veículos, maior é o nível de perturbação desse ambiente e assim, maior é a suscetibilidade à invasão.

A paisagem onde estão inseridos esses empreendimentos e atividades tem forte influência na distribuição das EEIs de plantas, em especial das gramíneas. Uma rodovia que cruza uma paisagem dominada por extensas áreas de monoculturas ou pecuária tem maior probabilidade de ser invadida por gramíneas do que uma rodovia cercada por vegetação nativa. Essas regiões são atingidas por grandes quantidades de sementes provenientes dos pastos cultivados, fertilizantes orgânicos e químicos que podem estimular o crescimento da biomassa e acelerar a expansão populacional das gramíneas invasoras (Jodoin *et al.*, 2008). Assim, os níveis de perturbação na paisagem e pressões de propágulos dessas espécies contribuem para o processo de invasão (Silva *et al.*, 2020).

Ambientes de vegetações não florestais, como savanas e cerrados, com empreendimentos lineares, também são mais suscetíveis à invasão, principalmente por gramíneas. Essas vegetações campestres são mais propensas à invasão do que florestas, especialmente se perturbadas. As semelhanças com os ambientes nativos das gramíneas invasoras aliada à alta incidência de luz, são fatores relacionados com o sucesso da invasão (Hansen & Clevenger, 2005). Assim, para definir os ambientes mais suscetíveis é necessário conhecer as características da espécie e os fatores ecológicos associados (Zenni, 2014). Para as plantas invasoras já conhecidas, em geral, os ambientes mais propícios à invasão são aqueles ocupados por vegetação aberta, como os campos cerrado, formações pioneiras e restingas. Em regiões florestais, as manchas, bordas de mata e também áreas degradadas com baixa cobertura arbórea constituem ambientes propícios à invasão.

MEDIDAS PREVENTIVAS (PROGRAMA DE PREVENÇÃO)

As medidas de prevenção à invasão biológica associada às atividades de movimentação de solo e manejo da vegetação devem incluir principalmente protocolos de higiene para os vetores de introdução e dispersão de EEIs, como os veículos, equipamentos, maquinário e pessoas que transitam em áreas de UCs ou em ZAs. Investir em boas práticas de higiene é a forma mais eficaz de prevenir a chegada e o estabelecimento de EEIs, principalmente em regiões próximas a áreas infestadas. As medidas de prevenção à invasão biológica são indicadas para cada uma das atividades e foram embasadas no documento *Best Management Practices for Roadside Invasive Plants* (Perron, 2008), em guias desenvolvidos pelo Ministério dos Transportes e Infraestrutura do Canadá, em parceria com o *Invasive Species Council of British Columbia* (BC, 2018) e no Guia de Orientação para o Manejo de Espécies Exóticas Invasoras em Unidades de Conservação Federais (Brasil, 2019).

A seguir, são apresentadas as medidas de prevenção à invasão biológica associada às atividades de movimentação de solo e manejo da vegetação separadas em seis temas principais. Essas medidas foram discutidas e adaptadas e novas medidas foram incluídas a partir de consultas e oficinas de trabalho, para atender às peculiaridades do processo de gestão das UCs. Deve-se ressaltar que essas medidas podem ser ajustadas de acordo com especificidades de cada empreendimento, processo de licenciamento ambiental e UC.

Atividades de movimentação de solo

- Em áreas onde a vegetação foi retirada ou o solo foi perturbado, deve-se deixar o solo exposto o menor tempo possível evitando exposição desnecessária. A perturbação do solo ocorre com o seu desnudamento, remoção de vegetação, escavações e deposições. Deixar o solo exposto facilita o estabelecimento de EEIs de plantas que chegam nas máquinas ou que são dispersas naturalmente pelo vento ou água, provenientes de outra região infestada.
- Estabilizar os solos perturbados o mais rápido possível semeando preferencialmente espécies nativas ou exóticas não invasoras e/ou usando cobertura vegetal morta, palhada, cascalho, *top-soil* ou telas/materiais para proteção de taludes e estabilização de encostas (*rip-rap*) livre de EEIs.
- Materiais como solo, argila, rocha, areia e cascalho não devem ser trazidos de locais invadidos por EEIs ou onde há possível ocorrência de uma EEI. A importação deve incluir informações sobre local de origem e documentação que comprove que o material está livre de EEIs, seja pela origem ou pelo tratamento do material. Antes de mover o solo por qualquer motivo, a superfície do solo deve ser inspecionada em busca de evidências de EEIs, como raízes, caules, sementes ou moluscos e insetos. O material escavado retirado de locais com ocorrência de EEIs não deve ser utilizado fora do local de infestação até que todo o material vegetal viável ou indivíduos de EEIs sejam eliminados de acordo com os métodos disponíveis. Ressalta-se que a busca por EEIs deve ser feita também nas áreas adjacentes pois as EEIs ou propágulos podem ter entrado na zona de escavação devido a infestações próximas.
- Enterrar permanentemente o solo ou material escavado que contenha EEIs e que não foi utilizado. A destinação final deve ser feita em área onde não haverá perturbações, enterrando no mínimo 20cm abaixo do nível do solo. Deve-se observar que o solo contaminado deve ser enterrado permanentemente para que o banco de sementes no solo vá perdendo a viabilidade e a capacidade de germinação até que se esgote completamente. A área de destinação final deve

considerar áreas já perturbadas pelas atividades, evitando a perturbação de novas áreas para ocorrer o descarte de material contaminado por EEIs.

- Solo, areia, rocha, cascalho e outros materiais escavados contendo EEIs devem ser cobertos durante o transporte evitando qualquer tipo de escape de material vegetal propagativo ou indivíduos de EEIs. Pode-se utilizar lonas pesadas para garantir que os fragmentos não se espalhem. Também é necessário garantir que as laterais e a parte traseira do veículo sejam fixadas sem chance de escape de solo, sementes e fragmentos.
- Os equipamentos, maquinários e veículos utilizados nas atividades devem ser limpos para eliminar completamente propágulos antes e depois de mover solos, principalmente vindo de áreas infestadas por EEIs.
- Ao realizar a abertura de canais para conectar rios e bacias, deve-se considerar a introdução de espécies exóticas terrestres dispersas pela água e também espécies aquáticas. Quando houver risco de invasão de uma EEI de fauna ou flora, indicada em estudo ambiental prévio como impacto potencial, deve-se exigir um programa de monitoramento que contemple também essa espécie.
- Observações:
 - 1) A possibilidade de impacto pode ser determinante na análise de compatibilidade ou incompatibilidade do empreendimento com as UCs atingidas.

Durante controle de vegetação invasora, como do agave (*Furcraea* sp.) na Reserva Biológica da Contagem (DF), quando não há os cuidados necessários para o descarte dos materiais removidos, pode ocorrer a dispersão para novas regiões.



©Keiko Pellizzaro / Acervo CBC/CMBIO

2) Para as EEIs aquáticas, deve-se adotar, quando couber, as medidas indicadas neste Guia para ambientes aquático-continentais referentes às atividades de navegação, operação e manutenção de portos e atividades de aquicultura (Capítulos 2, 3 e 8).

3) Cercar regiões onde os canais serão construídos, a fim de evitar erosão por animais, quando houver risco.

Movimentação de máquinas e equipamentos

- No caso de equipamentos usados em áreas invadidas por EEIs, a limpeza deve ser feita no local da infestação ao fim da atividade. Todos os equipamentos, máquinas e ferramentas manuais devem ser limpos, retirando solo e materiais visíveis de plantas (sementes, frutos, fragmentos de raízes e caules) antes de deixar o local da atividade.
- Observações:
 - 1) Limpar maquinários e veículos de empreendimentos que ficam dentro da UC ou ZA e que foram usados em áreas invadidas por EEIs fora da UC.
 - 2) Prever no canteiro de obras um sistema de limpeza do maquinário que garanta a contenção da água usada para a lavagem e de resíduos, de estruturas reprodutivas e fragmentos de EEIs, inutilizando o material biológico contaminante para evitar novas invasões.
- Construir rodilúvios em pontos de acesso por estradas a UCs para conduzir veículos de rodagem e realizar uma lavagem dos pneus e da parte inferior da carroceria ao entrar.
- Rodilúvios e áreas de limpeza de EEIs de maquinários, veículos e equipamentos devem ser continuamente monitorados para que sejam eliminadas espécies exóticas e focos de invasão que aí possam se desenvolver e deve haver contenção da água usada para a lavagem (efluente), de modo a impedir que sementes e invertebrados sejam carregados para outros locais.

Construção civil

- Quando da aquisição de materiais externos como leivas de grama, tijolos, madeira, lenha e outros potenciais vetores de introdução de espécies já referidos, verificar a origem para assegurar que procedam de áreas livres de EEIs, especialmente no caso de plantas. A inspeção desses materiais externos deve ser realizada antes de chegar à UC ou ZA.

Manutenção e manejo de plantas

- Implementar um programa de controle e monitoramento de EEIs para atividades contínuas que incluem manutenção e manejo de vegetação.
- Evitar a roçada da vegetação em áreas contendo EEIs que têm alta capacidade de rebrotar a partir de fragmentos de caules. Outros métodos de manejo para essas espécies podem ser consultados no Guia de Orientação para o Manejo de Espécies Exóticas Invasoras em Unidades de Conservação Federais (Brasil, 2019). Deve-se observar que a roçada em plantas que tem a capacidade de rebrota a partir do caule é ineficaz e pode incorrer em desperdício de recursos financeiros e humanos, desmotivando as ações de controle. Além disso, fragmentos de caules podem se aderir a equipamentos, máquinas e veículos e contaminar novas regiões.
- A roçada da vegetação deve ser feita antes da época da produção de sementes ou até a floração, conforme orientações do Guia de Orientação para o Manejo de Espécies Exóticas Invasoras em Unidades de Conservação Federais (Brasil, 2019). Um cronograma de manutenção da vegetação

deve ser feito, indicando regiões prioritárias para a roçada (áreas em UCs ou ZAs ainda não invadidas) e terá que observar o período de reprodução da espécie para evitar que a roçada seja feita em época de dispersão das sementes.

- Ao realizar o arranquio de plântulas, deve-se verificar se podem ser deixadas no local ou se precisam ser removidas, pois algumas espécies podem voltar a enraizar ou brotar de raízes ou ramos deixados no chão. Nesses casos, o material deve ser removido do local.
- Os equipamentos usados na roçada, botas, barras de calças, mochilas e equipamentos de proteção individual devem ser limpos diariamente e antes de serem transportados para regiões não invadidas por EEIs. Principalmente em casos em que a roçada foi realizada em áreas invadidas e após a maturação das sementes.
- As plantas invasoras que são cortadas ou removidas para manutenção na estrada, construção, ou controle de plantas devem ser destruídas tornando o material vegetal inviável, sem risco de contaminação de outras áreas.
- Em caso de transporte do material vegetal de EEIs para a destruição em outro local, deve-se garantir a contenção do material e de fragmentos durante o transporte. O transporte deve ser feito em estruturas fechadas de onde não haja risco de espalhar sementes ou outras estruturas reprodutivas ao longo do caminho. Lonas pesadas quando utilizadas devem estar bem fixadas nas partes laterais e traseira do veículo de transporte.
- Implantar uma barreira física em áreas de vegetação não florestal (cerrado, campos, restingas entre outras) sujeitas à infestação de EEIs intolerante à sombra. Manejar ou plantar uma cerca viva estreita (alguns metros) de árvores ou arbustos nativos às margens das rodovias e estradas ou ao redor de empreendimentos que realizam atividades associadas à invasão. As atividades de plantio de vegetação devem seguir as medidas de prevenção a invasão indicadas neste Guia (Capítulo 6).

Monitoramento e Detecção precoce

- Apresentar Programa de Monitoramento e detecção precoce, de acordo com o Guia de Orientação para o Manejo de Espécies Exóticas Invasoras em Unidades de Conservação Federais (Brasil, 2019) e as observações abaixo, contemplando minimamente o monitoramento para detectar a provável ocorrência da espécie cultivada em: 1) áreas de alto risco de invasão, como pontos de acesso, corredores de transporte e solo perturbado ou descoberto; 2) limites do empreendimento e das plantações, zonas de segurança ou áreas circundantes aos plantios de EEIs, estradas de acessos, viveiros e outras instalações de empreendimentos; 3) locais que passaram por ações de controle de EEIs e 4) áreas detectadas como sensíveis a invasão pelo estudo ambiental.
- Observações:
 - 1) Área de alto risco são aquelas onde ocorre intenso fluxo de pessoas, equipamentos, veículos e maquinários externos; perturbação do solo como escavações e depósito/aterro; locais de lavagem de maquinários e equipamentos.
 - 2) Locais que sofreram movimentação de solo recente, como escavações, desnudamento do solo e remoção de vegetação, devem ser monitorados a fim de detectar EEIs por no mínimo dois anos após a conclusão do projeto.
 - 3) No caso de plantas, se houver banco de sementes estabelecido, haverá germinação e será necessário repetir o controle até o seu esgotamento. Sugestões de protocolos de monitoramento já existentes para identificar sucesso de controle são indicados no Guia de Orientação para o Manejo de Espécies Exóticas Invasoras em Unidades de Conservação Federais (Brasil, 2019).

4) O monitoramento deve-se concentrar em áreas que são ambientalmente suscetíveis à invasão pela espécie exótica, de acordo com a análise de risco, quando houver.

5) Ações de monitoramento para detecção precoce devem seguir as recomendações indicadas no Guia de Orientação para o Manejo de Espécies Exóticas Invasoras em Unidades de Conservação Federais (Brasil, 2019), considerando os grupos de espécies de risco de invasão e seu potencial de reprodução e estabelecimento.

Capacitação

- Apresentar um programa de capacitação envolvendo os profissionais e equipes das atividades e as comunidades ao redor, conforme observações, contendo: (1) ações de educação ambiental para esclarecer sobre o impacto de EEIs de plantas e invertebrados terrestres; (2) produção e divulgação de listas e materiais, preferencialmente ilustrados, sobre EEIs comuns na região ou no estado, para identificar e informar a ocorrência da espécie no local da atividade; (3) divulgação de informações referentes à limpeza de calçados, roupas e equipamentos pessoais após realizar manejo de EEIs ou transitar em áreas invadidas; (4) capacitação para a detecção de EEIs e aplicação de procedimentos de controle e monitoramento dos profissionais envolvidos nas atividades

A abertura de trilhas forma clareiras em florestas, facilitando a colonização por espécies exóticas invasoras, como o capim-colômbio (*Megathyrsus maximus*).



do empreendimento e 5) capacitação na identificação de EEIs, inclusive para reconhecer a planta em todas as fases do seu ciclo de vida, incluindo as sementes.

- Observações:
 - 1) A capacitação de comunidades ao redor visa auxiliar na identificação de escape da espécie cultivada e detecção precoce de outras espécies exóticas.
 - 2) O Guia de Orientação para o Manejo de Espécies Exóticas Invasoras em Unidades de Conservação Federais (Brasil, 2019) fornece informações que devem ser utilizadas nas capacitações.

REFERÊNCIAS

- BC (British Columbia). 2018. Best management practices for soil movement and disposal. Invasive Species Council of BC. 2p. <https://bcinvasives.ca/wp-content/uploads/2021/01/ISCBC-Soil-BMP-180926_Final_web.pdf>. Acesso em: 05/01/2021.
- Brasil. 1986. Resolução Conama nº 001, de 23 de janeiro de 1986. Ministério do Meio Ambiente. Diário Oficial da União. <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 28/05/2021.
- Brasil. 1997. Resolução Conama nº 237, de 19 de dezembro de 1997. Ministério do Meio Ambiente. Diário Oficial da União. <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>>. Acesso em: 28/05/2021.
- Brasil. 2019. Guia de orientação para o manejo de espécies exóticas invasoras em Unidades de Conservação federais. Versão 3. Ministério do Meio Ambiente. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). 135p. <<https://www.icmbio.gov.br/cbc/publicacoes.html>>. Acesso em: 12/12/2020.
- Castro WA, Xavier RO, Garrido FH, Romero JH, Peres CK, da Luz RC. Fraying around the edges: negative effects of the invasive *Tradescantia zebrina* Hort. ex Bosse (Commelinaceae) on tree regeneration in the Atlantic Forest under different competitive and environmental conditions. *Journal of Plant Ecology*, 12(4): 713-721, 2019.
- Cazetta AL, Zenni RD. Pine invasion decreases density and changes native tree communities in woodland Cerrado. *Plant Ecology & Diversity*, 13(1): 85-91, 2020.
- Coffin AW. From roadkill to road ecology: a review of the ecological effects of roads. *Journal of Transport Geography*, 15(5): 396-406, 2007.
- Douglas MM, *et al.* 2006. Different weeds, different *habitats*, same effects: exotic grass invasion in tropical woodlands and wetlands, p. 811-814. In: 15th Australian Weeds Conference. Papers and Proceedings. Managing Weeds in a Changing Climate. 904p.
- Ferreira MC, Walter BM, Vieira DL. Topsoil translocation for Brazilian savanna restoration: propagation of herbs, shrubs, and trees. *Restoration Ecology*, 23(6): 723-728, 2015.
- Flint E, Rehkemper C. 2002. Control and eradication of the introduced grass, *Cenchrus echinatus*, at Laysan Island, Central Pacific Ocean, p. 110-115. In: Veitch CR, Clout MN (eds.). Turning the tide: the eradication of invasive species. IUCN SSC Invasive Species Specialist Group. IUCN. Gland, Switzerland and Cambridge. 414p.

Gelbard JL, Belnap J. Roads as conduits for exotic plant invasions in a semiarid landscape. *Conservation Biology*, 17(2): 420-432, 2003.

Gonçalves GS, de Andrade LA, Xavier KRF, de Oliveira LSB, de Moura MA. Estudo do banco de sementes do solo em uma área de caatinga invadida por *Parkinsonia aculeata* L. *Revista Brasileira de Biociências*, 9(4): 428, 2011.

Hansen MJ, Clevenger AP. The influence of disturbance and *habitat* on the presence of non-native plant species along transport corridors. *Biological Conservation*, 125(2): 249-259, 2005.

Hoffmann BD, Parr CL. An invasion revisited: the african big-headed ant (*Pheidole megacephala*) in northern Australia. *Biological Invasions*, 10(7): 1171-1181, 2008.

ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade). Painel dinâmico de informações. <http://qv.icmbio.gov.br/QvAJAXZfc/opendoc2.htm?document=painel_corporativo_6476.qvw&host=Local&anonymous=true>. Acesso em: 10/06/2021.

ISSG (Invasive Species Specialist Group). 100 of the World's Worst Invasive Alien Species. Global Invasive Species Database. <http://www.iucngisd.org/gisd/100_worst.php>. Acesso em: 11/04/2021

Jodoin Y, Lavoie C, Villeneuve P, Theriault M, Beaulieu J, Belzile F. Highways as corridors and *habitats* for the invasive common reed *Phragmites australis* in Quebec, Canada. *Journal of Applied Ecology*, 45(2): 459-466, 2008.

Lemke A, Kowarik I, Von Der Lippe M. How traffic facilitates population expansion of invasive species along roads: the case of common ragweed in Germany. *Journal of Applied Ecology*, 56(2): 413-422, 2019.

Lowe S, Browne M, Boudjelas S, De Poorter M. 2000. 100 of the world's worst invasive alien species: a selection from the global invasive species database. The Invasive Species Specialist Group of the Species Survival Commission (SSC) of the World Conservation Union (IUCN). 12p.

Mantoani MC, Torezan JMD. Regeneration response of brazilian Atlantic Forest woody species to four years of *Megathyrus maximus* removal. *Forest Ecology and Management*, 359: 141-146, 2016.

Perron C. 2008. Best management practices for roadside invasive plants. New Hampshire Department of Transportation. 32p. <<https://t2.unh.edu/sites/t2.unh.edu/files/documents/publications/BMPsforRoadsideInvasivePlants.pdf>>. Acesso em: 05/05/2021.

Nurinsiyah AS, Hausdorf B. Listing, impact assessment and prioritization of introduced land snail and slug species in Indonesia. *Journal of Molluscan Studies*, 85(1): 92-102, 2019.

Pinto AS, da Silva Monteiro FK, Ramos MB, Araújo RDCC, de Faria Lopes S. Invasive plants in the Brazilian Caatinga: a scientometric analysis with prospects for conservation. *Neotropical Biology and Conservation*, 15: 503, 2020.

Rangel EDS, Nascimento MT. Ocorrência de *Calotropis procera* (Ait.) R. Br.(Apocynaceae) como espécie invasora de restinga. *Acta Botanica Brasilica*, 25(3): 657-663, 2011.

Rauschert ES, Mortensen DA, Bloser SM. Human-mediated dispersal via rural road maintenance can move invasive propagules. *Biological Invasions*, 19(7): 2047-2058, 2017.

Silva RG, Zenni RD, Rosse VP, Bastos LS, Van Den Berg E. Landscape-level determinants of the spread and impact of invasive grasses in protected areas. *Biological Invasions*, 22(10): 3083-3099, 2020.

Thiengo SC, Faraco FA, Salgado NC, Cowie RH, Fernandez MA. Rapid spread of an invasive snail in South America: the giant African snail, *Achatina fulica*, in Brasil. *Biological Invasions*, 9(6): 693-702, 2007.

UNEP (United Nations Environment Programme), CBD (Convention on Biological Diversity), SBSTTA (Subsidiary Body on Scientific, Technical and Technological Advice). 2014. Pathways of introduction of invasive species, their prioritization and management. 18p. <<https://www.cbd.int/doc/meetings/sbstta/sbstta-18/official/sbstta-18-09-add1-en.pdf>>. Acesso em: 01/06/2021.

USDA (United States Department of Agriculture). 2012. Non-native invasive species best management practices: guidance for the U.S. Forest Service Eastern Region. 286p. <https://www.fs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprdb5412628.pdf>. Acesso em: 05/01/2021.

Vitalos M, Karrer G. Dispersal of *Ambrosia artemisiifolia* seeds along roads: the contribution of traffic and mowing machines. *Neobiota*, 8: 53-60, 2009.

Von der Lippe M, Kowarik I. Long-distance dispersal of plants by vehicles as a driver of plant invasions. *Conservation Biology*, 21(4): 986-996, 2007.

Yanez A, Gutierrez DG, Ponce MM. Weedy ferns (Polypodiopsida) in Argentina: diversity, distribution and impact on human activities and ecosystems. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 92(1): 2020.

Zenni RD. Analysis of introduction history of invasive plants in Brazil reveals patterns of association between biogeographical origin and reason for introduction. *Austral Ecology*, 39(4): 401-407, 2014.

Os empreendimentos lineares, como linhas de transmissão, funcionam como rotas de invasão conectando ambientes naturais a ambientes contaminados e, consequentemente, facilitam a dispersão e o estabelecimento de plantas invasoras, principalmente de gramíneas, como a braquiária (*Urochloa* sp.).



©José Luis Stephens/ Shutterstock

Espécies vegetais cultivadas em cercas vivas, nesse caso com eucalipto (*Eucalyptus* sp.), ou outras espécies e atividades, podem dispersar as invasoras para ambientes naturais vizinhos.

©Marina Guimarães Freitas / Acervo CBC/ICMBio

CAPÍTULO 6: PLANTIO DE VEGETAÇÃO DIRECIONADO A RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, COMPENSAÇÃO AMBIENTAL, CONTROLE DE EROSIÃO, PAISAGISMO E BARREIRAS



QUAIS SÃO AS ATIVIDADES QUE GERAM IMPACTOS ASSOCIADOS À INVASÃO BIOLÓGICA?

As atividades que visam o plantio de vegetação para determinado fim são aquelas que podem gerar impactos associados à invasão biológica. Plantações contendo EEIs ou mesmo indivíduos isolados podem desencadear a invasão. Em geral, são atividades comuns a empreendimentos sujeitos ao licenciamento ambiental, ocorrendo durante a instalação e manutenção ou por obrigação legal. Podem ser consideradas como atividades-meio, ou seja, não são relacionadas, diretamente, com a atividade-fim do empreendimento, mas constam em seus planos. As atividades são:

Recuperação de áreas degradadas ou áreas contaminadas

Os empreendimentos ou as atividades poluidoras ou degradadoras serão limitadas visando à recuperação das áreas em desequilíbrio ambiental. Planos de recuperação de áreas são instrumentos de adequação e regularização ambiental de imóveis rurais. Vários dispositivos legais, principalmente o Código Florestal, disposto na Lei nº 12.651/2012 (Brasil, 2012), incentivam a recuperação de áreas degradadas. Diversos outros conceitos são utilizados, como restauração e recomposição, porém, a ideia central é a mesma: intervenção humana intencional em ecossistemas degradados ou alterados com o objetivo de facilitar o processo natural de sucessão ecológica (Azevedo & Chaves, 2013). Ainda, o Decreto nº 8.972/2017 (Brasil, 2017a), que institui a Política Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa, define recuperação ou recomposição da vegetação nativa como a restituição da cobertura vegetal nativa por meio de implantação de sistema agroflorestal, de reflorestamento, de regeneração natural da vegetação, de reabilitação ecológica e de restauração ecológica. A prática de restauração ecológica é definida como o processo de auxiliar a recuperação de um ecossistema que foi degradado, danificado ou destruído (SER, 2004).

Controle de erosão (estabilização de taludes)

Essa atividade é relacionada ao plantio de espécies com o objetivo de atenuar a erosão dos solos e compensar danos ambientais associados. O Código Florestal (Brasil, 2012) enumera formas de vegetação destinadas a formar faixas de proteção ao longo de rodovias e ferrovias, contenção da erosão do solo e

mitigação dos riscos de enchentes e deslizamentos de terra e de rocha, as quais, devido a sua importante situação, podem passar a ser de preservação permanente. O plantio de vegetação para controle de erosão é uma atividade que está inserida em projetos licenciáveis de rodovias, ferrovias, hidrelétricas, mineração entre outros empreendimentos. São utilizadas, principalmente, espécies de gramíneas e forrageiras exóticas que fornecem um rápido recobrimento do solo.

Paisagismo (arborização e jardins)

Essa atividade é relacionada ao plantio de espécies para fins ornamentais. A atividade está inserida tanto em projetos de rodovias e ferrovias, como em projetos de áreas urbanas (praças, jardins, parques e áreas verdes públicas) e empreendimentos residenciais multifamiliares. São atividades licenciáveis pelo estado, dentro desses projetos específicos. Cabe ressaltar que um projeto de paisagismo em empreendimentos rodoviários, por exemplo, pode abranger a revegetação da faixa de domínio através dos diferentes estratos e apresenta ainda interface com outras atividades, como travessias urbanas, a de recuperação de áreas degradadas, a de controle de processos erosivos, entre outras (Brasil, 2005).

Barreira ou cortinamento vegetal (quebra-vento e cerca viva)

A atividade está relacionada ao plantio de espécies para formar cortinas vegetais ou barreiras físicas. Sua implantação tem como objetivos atenuar efeitos sonoros e de odor, harmonizar a estética paisagística de empreendimentos rurais e industriais, reduzir a erosão eólica, amenizar condições climáticas locais adversas e o cerceamento para controle ou inibição de trânsito de pessoas e de animais (Guarino *et al.*, 2018). Assim, essa atividade é licenciada quando inserida em projetos de empreendimentos determinados, como estações de tratamento de esgoto, atividade de produção de carvão vegetal em fornos, loteamento urbanos e empreendimentos rurais.

Durante todas essas atividades, espécies vegetais de árvores, palmeiras, arbusto, bambus, gramíneas e herbáceas são semeadas ou plantadas, inclusive EEIs (Assis *et al.*, 2013). As plantas cultivadas nessas atividades, assim como em pequenas áreas de jardins e arborização urbana, podem fornecer um caminho para a disseminação de plantas invasoras para ambientes naturais (Harrington *et al.*, 2003; Zenni, 2014; Moro & Castro, 2015). A maioria das espécies de plantas exóticas invasoras documentadas no Brasil e com ocorrência confirmada em UCs, está relacionada a muitas dessas atividades humanas e à acessibilidade dessas regiões por estradas (Zenni & Ziller, 2011; Zenni, 2014).

QUAIS AS VIAS E OS VETORES DE INTRODUÇÃO E DISPERSÃO DE EEIS ASSOCIADOS À ATIVIDADE?

A introdução de EEIs no meio ambiente ocorre a partir de atividades de plantio de vegetação para determinado fim, sendo este o vetor, onde as espécies são escolhidas e introduzidas intencionalmente por pessoas. A via de introdução e dispersão de EEIs associada à atividade de plantio de vegetação em projetos de recuperação de áreas, estabilização de taludes para controle de erosão e como barreiras (cerca viva e quebra-ventos) é a liberação na natureza. Essa via de introdução se refere às espécies que são introduzidas por seres humanos diretamente no ambiente natural por determinadas razões (UNEP *et al.*, 2014; IUCN, 2017) e são dispersas para outras regiões pelo vento, água, animais e outros vetores associados.

As EEIs são frequentemente plantadas para melhorar as características do solo, como plantas com capacidade de fixação de nitrogênio ou para controle de erosão e estabilização. Essas espécies podem alterar o regime do fogo na região, devido à biomassa produzida e deslocar a cobertura vegetal nativa, principalmente em solos com deficiência de nitrogênio (Wittenberg & Cock, 2001).

Os planos de recuperação de áreas degradadas e compensação ambiental preveem plantios com objetivo de restabelecimento e desenvolvimento da vegetação nativa ou cultivada. Para isto, são selecionadas espécies que fornecem uma cobertura do solo o mais rápido possível, possibilitando a regeneração natural e o desenvolvimento de espécies de sombra, além de impedir a invasão de gramíneas exóticas. Porém, quando são cultivadas EEIs e não há controle de propágulos, as características expansivas da espécie podem dominar a região, gerando comunidades homogêneas, podendo ocorrer o escape dessas espécies para outros ambientes.

Para as atividades de paisagismo e jardinagem, a via de introdução e dispersão associada é o escape da área plantada. Refere-se às espécies que escaparam dos ambientes controlados onde foram mantidas e cuidadas para diversos fins. Deve-se observar que essa via é referente à fuga não intencional para a natureza de espécies trazidas por seres humanos para serem mantidas em situações controladas, como jardins ornamentais (IUCN, 2017). As plantas selecionadas para fins ornamentais não são uma seleção aleatória da flora global e algumas das características das plantas promovidas pela horticultura ornamental, como o crescimento rápido, também promovem a invasão (Van Kleunen *et al.*, 2018). No Brasil, quase metade das plantas exóticas invasoras foram inicialmente introduzidas no país para a horticultura, tornando está a principal via para a introdução dessas EEIs (Zenni, 2014).

As espécies são selecionadas por possuírem características desejáveis, como o margaridão (*Tithonia diversifolia*) que possui flores atrativas e pode servir como adubação verde, mas dispersam para além das áreas de cultivo, comumente impactando áreas de vegetação nativa.



©Marina Guimarães-Freitas / Acervo CBC/ICMbio

QUAIS AS TIPOLOGIAS DE EMPREENDIMENTOS QUE REALIZAM A ATIVIDADE?

As tipologias de empreendimentos que realizam as atividades associadas à invasão biológica são todos os empreendimentos definidos na Resoluções Conama nº 237/1997 (Brasil, 1997) e Conama nº 1/1986 (Brasil, 1986) que possuam em seus planos o plantio de vegetação para determinados fins.

QUAIS AS EEIS OU GRUPOS TAXONÔMICOS ASSOCIADOS À ATIVIDADE?

As EEIs associadas às atividades de recuperação de áreas degradadas são plantas com características, principalmente, ligadas ao crescimento e aspectos da copa. São, em geral, espécies fixadoras de nitrogênio, estabilizadora de solos, de rápido crescimento e com copa densa, possibilitando rápida cobertura vegetal. Em UCs, são registradas espécies associadas a essa via de introdução e que são reconhecidas com invasoras agressivas, formando densas populações e deslocando espécies nativas, como o jamelão (*Syzygium cumini*), a jaca (*Artocarpus heterophyllus*), a leucena (*Leucaena leucocephala*) e as acácias (*Acacia auriculiformis* e *Acacia mangium*). Essas espécies são selecionadas em projetos de restauração e recuperação por fornecerem sombreamento rápido e devido à sua adaptabilidade a ambientes perturbados, principalmente para estabilizar encostas íngremes e suportar longos períodos de seca. Porém, ao escaparem das áreas de cultivos, se estabeleceram e causaram impactos negativos à biodiversidade de ambientes naturais e áreas protegidas (Abreu & Rodrigues, 2010; Zenni & Ziller, 2011; Heringer *et al.*, 2019; Xavier *et al.*, 2019; Machado *et al.*, 2020). Os primeiros projetos de restauração florestal podem ser considerados como uma das vias de disseminação de algumas dessas espécies em diferentes regiões da Mata Atlântica (Assis *et al.*, 2013).

As EEIs introduzidas para controlar a erosão nos taludes de cortes são espécies de plantas com o sistema radicular expansivo, que formam rápida cobertura da superfície do solo e produção de biomassa. Há registros de EEIs em UCs que são associadas a essa atividade, sendo que a lista oficial pode ser consultada no *site* do ICMBio (2021). As principais espécies associadas são as gramíneas com crescimento estolonífero, como o capim-gordura (*Melinis minutiflora*), o capim-estrela (*Cynodon nlemfuensis*) e espécies de braquiária (*Urochloa brizantha*, *Urochloa decumbens* e *Urochloa humidicola*) que, devido ao sistema radicular, são selecionadas para fixação do solo em áreas íngremes e sujeitas a erosão. Porém, ao escaparem das áreas de cultivo, invadem pastagens naturais, impedem o estabelecimento de espécies nativas e alteram o regime do fogo, principalmente em áreas de cerrado (Dairel & Fidelis, 2020; Silva *et al.*, 2020a).

Espécies como a leucena (*Leucaena leucocephala*), em áreas de cultivo ou invasão, podem dominar completamente esses ambientes, mesmo onde havia vegetação nativa.



Em área com regeneração natural, a presença dessas gramíneas, como *M. minutiflora* e *U. decumbens*, pode diminuir a riqueza de espécies e densidade populacional, alterando a composição e distribuição de formas de vida da regeneração natural (Hoffmann & Haridasan, 2008; Ferreira *et al.*, 2016). Além das gramíneas, podem ser selecionadas árvores com sistema radicular profundo que também contribuem para fixação do solo, como a casuarina (*Casuarina equisetifolia*) que ocorre em UCs e apresenta capacidade de invadir regiões costeiras, restingas e dunas, substituindo a vegetação nativa e ameaçando a diversidade biológica nessas regiões (Wheeler *et al.*, 2011).

As EEIs associadas às atividades de paisagismo são espécies de plantas com características ornamentais e alimentícias, com flores e folhas esteticamente atrativas e frutos comestíveis. Em geral, tais plantas são excelentes para uso em jardim, exibem um bom desempenho em diferentes ambientes e climas, são fáceis de cultivar e não são particularmente suscetíveis a pragas ou patógenos (Hulme, 2011). Tais características, aliadas ao mercado e comércio global, aumentam o risco dessas espécies se tornarem invasoras. Há alta variedade de grupos de espécies associada a esta via. Algumas espécies que são comumente utilizadas na arborização urbana no Brasil têm impacto reconhecido em ambientes naturais (Ziller *et al.*, 2007). Em UCs foram registradas EEIs associadas a essa via de introdução como gramíneas, herbáceas, arbustos, bambus, palmeiras e árvores com diversas características que explicam sua escolha para a utilização em projetos paisagísticos. Alguns exemplos dessas espécies invasoras que foram selecionadas pela estética são o capim-arundo (*Arundo donax*), que está na lista das 100 piores espécies invasoras do mundo (Lowe *et al.*, 2000; ISSG, 2021), o ligustro (*Ligustrum lucidum*), que invade agressivamente campos e também matas nativas (Fernandez *et al.*, 2020), o lírio-do-brejo (*Hedychium coronarium*), que prejudica a recolonização por espécies nativas em áreas ribeirinhas (Costa *et al.*, 2019) e a palmeira-de-leque-da-china (*Livistona chinensis*), que ameaça as populações de palmeiras nativas em florestas (Condé *et al.*, 2018). Já a espécie de árvore amendoeira-da-praia (*Terminalia catappa*) é cultivada em orlas, praias e praças para fornecer sombra à população, porém, é uma invasora que causa impactos significativos na composição e riqueza de espécies em áreas de restingas (Santos & Fabricante, 2018). Outras espécies, como o nim (*Azadirachta indica*), são amplamente utilizadas na arborização urbana de cidades do semiárido brasileiro (Moro *et al.*, 2014), apesar dos riscos de invasão associado (Moro *et al.*, 2013). O uso dessas espécies na arborização urbana e no paisagismo traz impactos ambientais que muitas vezes são desconhecidos ou passam despercebidos pelos responsáveis por esses plantios. Árvores exóticas predominam em espaços urbanos tropicais e frutificam com sucesso, podendo alterar as interações planta-animal, como polinização e dispersão de espécies de plantas nativas (Silva *et al.*, 2020b). Uma vez estabelecida nesses ambientes urbanos, a dispersão pode prosseguir para ambientes naturais. Atualmente, essas espécies invadem UCs federais e ameaçam a biodiversidade dessas áreas protegidas.

As EEIs introduzidas como vegetação para barrar o vento (quebra-vento) em empreendimentos possuem características como crescimento rápido, fuste alto e copa uniforme, e são, em geral, espécies utilizadas em silvicultura. Outra característica é que possuem aromas nas folhas capazes de encobrir maus odores, como as espécies do gênero *Eucalyptus* e *Pinus*. Para uso como barreira física (cercas vivas), no entanto, as características desejadas são diferentes e voltadas para impedir a passagem de pessoas e animais. As espécies apresentam espinhos ou acúleos, possuem baixa estatura e uma copa densa, como o sansão-do-campo (*Mimosa caesalpiniiifolia*). Ou, ainda, apresentam populações adensadas com diversos indivíduos ou ramificações, formando uma barreira física natural, como o margaridão (*Tithonia diversifolia*). Essas espécies têm alta capacidade de dispersão e colonização e estão invadindo áreas naturais, inclusive UCs, dificultando a regeneração e competindo com espécies nativas (Oludare & Muoghalu, 2014; Podadera *et al.*, 2015).

AMBIENTES DE MAIOR SUSCETIBILIDADE À INVASÃO

Os ambientes de maior suscetibilidade a invasão dependem da espécie e são os locais mais próximos aos empreendimentos que exercem as atividades de plantio de vegetação. A maioria das plantas invasoras é pioneira e invade ambientes abertos ou pouco sombreados, como beira de estradas, pastos e áreas abandonadas, porém outras são invasoras do interior de florestas. As EEIs de herbáceas e gramíneas, em geral, crescem melhor em ambientes abertos ou pouco sombreados, áreas desmatadas e áreas degradadas, como margens de trilhas, caminhos, estradas e rodovias.

As áreas destinadas ao plantio de vegetação, onde foram introduzidas EEIs, servem como fonte de propágulos para a dispersão dessas espécies. Em geral, o plantio de vegetação para controle de erosão e barreira física é feito próximo às rodovias e estradas, facilitando a dispersão de propágulos pelo vento ou por vetores e o estabelecimento dessas espécies nas margens das estradas. Esses ambientes apresentam características que os tornam mais suscetíveis a invasões, como disponibilidade de nutrientes, alta incidência de luz e umidade. Além disso, estão sujeitos a distúrbios frequentes por veículos e manutenção da via, como exposto no Capítulo 5.

MEDIDAS PREVENTIVAS (PROGRAMA DE PREVENÇÃO)

Deve-se observar que, frequentemente, essas atividades resultam em invasão biológica pela escolha inadequada de espécies para esses fins, desconsiderando ou desconhecendo o alto risco de escape e dispersão e a ameaça de invasão biológica associada. Portanto, a forma mais efetiva de prevenção é que empreendimentos localizados dentro ou no entorno de UCs não contemplem o plantio de EEIs com alto potencial de causar impactos à biodiversidade nativa da área protegida. As restrições de cultivo de espécies exóticas nas UCs e em suas ZAs devem estar estabelecidas em plano de manejo das UCs ou na legislação vigente. No entanto, quando não for possível evitar o uso dessas espécies no cultivo, recomenda-se a adoção de medidas de prevenção e contenção para reduzir a dispersão e impactos associados.

A disponibilidade e o preço no mercado são fatores importantes na hora de escolher essas espécies. Assim, as medidas de prevenção devem ser indicadas para os empreendedores e órgãos ambientais, mas também aos profissionais que produzem mudas, comercializam sementes e setores ligados a plantas ornamentais. Pode-se indicar a adoção de um modelo de código de conduta voluntário para todos os setores ligados a plantas ornamentais, como o apresentado no documento Modelo para o Desenvolvimento de uma Estratégia Nacional para Espécies Exóticas Invasoras (Ziller *et al.*, 2007).

A seguir, são indicadas medidas de prevenção à invasão biológica associada às atividades de plantio de vegetação para os determinados fins já citados. Essas medidas foram discutidas e adaptadas e novas medidas foram incluídas a partir de consultas e oficinas de trabalho para atender às peculiaridades do processo de gestão das UCs. São apresentadas em cinco temas principais e podem ser ajustadas de acordo com especificidades de cada empreendimento, processo de licenciamento ambiental e UC.

Escolha das espécies para o plantio

- Realizar o plantio apenas de espécies não invasoras. Deve-se observar a disponibilidade de listas oficiais de EEIs do ICMBio e listas estaduais. Não havendo listas oficiais, deve-se verificar a disponibilidade de informações na literatura científica especializada.

Manutenção de plantios

- Exigir, sempre que possível, a retirada das espécies invasoras de plantios já instalados dentro ou entorno da UC ou ZA e substituí-las por espécies não invasoras. Estas atividades devem prever, inclusive, repasses para eliminação de bancos de sementes, quando houver. Deve-se observar que a exigência pode ser realizada através da Autorização para o Licenciamento - ALA ou após diagnóstico, a partir de vistorias. Nesse caso, deve-se observar os mecanismos capazes de firmar a condição, como retificação da ALA ou através do órgão licenciador, a partir de renovação de licença, revisão de programa ambiental, entre outras possibilidades.
- Para casos em que a remoção de EEIs de plantios não for possível, devido a características específicas do empreendimento ou da situação em que a espécie foi utilizada (avaliada caso a caso), deve-se exigir um programa de manejo conforme as medidas referidas neste Guia (Capítulo 7), mesmo que o plantio não tenha objetivos silviculturais.
- Exigir, sempre que possível, a retirada de EEIs de fauna que são associadas aos plantios do empreendimento, quando houver relação conforme observações abaixo.
 - Observações:
 - 1) A exigência de retirada de EEIs pode ser realizada através da Autorização para o Licenciamento Ambiental (ALA), em caso de diagnóstico prévio de EEI associada ou na revisão e retificação da ALA, quando há um diagnóstico posterior de EEI associada. Neste caso, pode-se incluir a retirada de EEI associada ao empreendimento como uma nova condição.
 - 2) Os plantios do empreendimento podem fornecer áreas potenciais para expansão das EEIs de fauna, facilitando o processo de invasão ou servindo como uma área de refúgio. Quando houver risco de invasão de uma EEI de fauna, indicada em estudo ambiental prévio como impacto potencial, deve-se exigir um programa de monitoramento que contemple também essa espécie. A remoção de EEIs de fauna associada só será exigida quando o programa de monitoramento relativo ao caso potencial indicar que o plantio beneficia a expansão dessa EEI para áreas onde antes não havia ocorrência.

Plantas adquiridas de viveiros ou comerciantes

- Exigir documentação comprobatória de produtores e comerciantes de plantas, substratos e sementes saudáveis e livres de EEIs de fauna e flora. Microrganismos que podem causar impactos negativos à biodiversidade também devem ser considerados. Deve-se observar que essa exigência pode ser feita durante a apresentação de relatórios e nota fiscal, conforme o cadastro no Registro Nacional de Sementes e Mudanças (RenaseM), instituído pela Lei nº 10.711/2003 (Brasil, 2003) e regulamentado pela Instrução Normativa MAPA nº 17/2017 (Brasil, 2017b).

Monitoramento e Detecção precoce

- Apresentar Programa de Monitoramento e detecção precoce, de acordo com o Guia de Orientação para o Manejo de Espécies Exóticas Invasoras em Unidades de Conservação Federais (Brasil, 2019) e as observações abaixo, contemplando minimamente o monitoramento para detectar a provável ocorrência da espécie cultivada em: 1) áreas de alto risco de invasão, como pontos de acesso, corredores de transporte e solo perturbado ou descoberto; 2) limites dos empreendimentos e das plantações, zonas de segurança ou áreas circundantes aos plantios de EEIs, estradas

de acessos, viveiros e outras instalações de empreendimentos; 3) locais que passaram por ações de controle de EEIs e 4) áreas detectadas como sensíveis à invasão pelo estudo ambiental.

- Observações:

- 1) Áreas de alto risco são aquelas onde ocorre intenso fluxo de pessoas, equipamentos, veículos e maquinários externos; perturbação do solo como escavações e depósito/aterro; locais de lavagem de maquinários e equipamentos.

- 2) Locais que sofreram movimentação de solo recente, como escavações, desnudamento do solo e remoção de vegetação ou a deposição de solo, devem ser monitorados a fim de detectar EEIs por no mínimo dois anos após a conclusão do projeto.

- 3) No caso de plantas, se houver banco de sementes estabelecido, haverá germinação e será necessário repetir o controle até o seu esgotamento. Sugestões de protocolos de monitoramento já existentes para identificar sucesso de controle são indicados no Guia de Orientação para o Manejo de Espécies Exóticas Invasoras em Unidades de Conservação Federais (Brasil, 2019).

- 4) O monitoramento deve-se concentrar em áreas que são ambientalmente suscetíveis à invasão pela espécie exótica, de acordo com a análise de risco, quando houver.

- 5) Ações de monitoramento para detecção precoce devem seguir as recomendações indicadas no Guia de Orientação para o Manejo de Espécies Exóticas Invasoras em Unidades de Conservação Federais (Brasil, 2019), considerando os grupos de espécies de risco de invasão e seu potencial de reprodução e estabelecimento.

- Em caso de detecção de EEIs fora da área de cultivo, dentro ou ao redor da UC e ZA, os responsáveis pelo empreendimento devem relatar, em até 30 dias, qualquer ocorrência da espécie cultivada fora da área de cultivo ao gestor da UC.

Capacitação

- Apresentar um programa de capacitação envolvendo os profissionais e equipes das atividades e as comunidades ao redor, conforme observações, contendo: 1) ações de educação ambiental para esclarecer sobre o impacto de EEIs de plantas e invertebrados terrestres; 2) produção e divulgação de listas e materiais, preferencialmente ilustrados, sobre EEIs comuns na região ou no estado, para identificar e informar a ocorrência da espécie no local da atividade; 3) divulgação de informações referentes a limpeza de calçados, roupas e equipamentos pessoais após realizar manejo de EEIs ou transitar em áreas invadidas; 4) capacitação para a detecção de EEIs e aplicação de procedimentos de controle e monitoramento dos profissionais envolvidos nas atividades do empreendimento e 5) capacitação na identificação de EEIs, inclusive para reconhecer a planta em todas as fases do seu ciclo de vida, incluindo as sementes.

- Observações:

- 1) A capacitação de comunidades ao redor visa auxiliar na identificação de escape da espécie cultivada e detecção precoce de outras espécies exóticas.

- 2) O Guia de Orientação para o Manejo de Espécies Exóticas Invasoras em Unidades de Conservação Federais (Brasil, 2019) fornece informações que devem ser utilizadas nas capacitações.

REFERÊNCIAS

- Abreu RC, Rodrigues PJF. Árvore exótica *Artocarpus heterophyllus* (Moraceae) invade a Mata Atlântica brasileira. *Rodriguésia*, 61(4): 2010.
- Assis GBD, Suganuma MS, Melo ACGD, Durigan G. Uso de espécies nativas e exóticas na restauração de matas ciliares no estado de São Paulo (1957-2008). *Revista Árvore*, 37(4): 599-609, 2013.
- Azevedo CMA, Chaves RB. 2013. A restauração ecológica no âmbito da Lei Federal 12.651, de 25 de maio de 2012., p. 20-24. In: Barbosa LM (coord.). Políticas públicas para a restauração ecológica e conservação da biodiversidade. Instituto de Botânica de São Paulo. 400p.
- Brasil. 1986. Resolução Conama nº 001, de 23 de janeiro de 1986. Ministério do Meio Ambiente. Diário Oficial da União. <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 28/05/2021.
- Brasil. 1997. Resolução Conama nº 237, de 19 de dezembro de 1997. Ministério do Meio Ambiente. Diário Oficial da União. <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>>. Acesso em: 28/05/2021.
- Brasil. 2003. Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003. Diário Oficial da União. <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/l10.711.htm>. Acesso em: 28/05/2021.
- Brasil. 2005. Instruções de proteção ambiental das faixas de domínio e lindeiras das rodovias federais. 2 ed. Departamento Nacional de InfraEstrutura de Transportes (DNIT). Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. 161p. <<https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais>>. Acesso em: 10/06/2021.
- Brasil. 2012. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Diário Oficial da União. <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em: 28/05/2021.
- Brasil. 2017a. Decreto nº 8.972, de 23 de janeiro de 2017. Diário Oficial da União. <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Decreto/D8972.htm>. Acesso em: 10/06/2021.
- Brasil. 2017b. Instrução Normativa MAPA nº 17, de 26 de abril de 2017. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Diário Oficial da União. <https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/20186073/do1-2017-04-28-instrucao-normativa-n-17-de-26-de-abril-de-2016-20185922>. Acesso em: 28/05/2021.
- Brasil. 2019. Guia de orientação para o manejo de espécies exóticas invasoras em Unidades de Conservação federais. Versão 3. Ministério do Meio Ambiente. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). 135p. <<https://www.icmbio.gov.br/cbc/publicacoes.html>>. Acesso em: 12/12/2020.
- Condé TM, *et al.* Exotic palms threatens native palms: a risk to plant biodiversity of Atlantic Forest. *Revista Árvore*, 42(2): 2018.
- Costa RO, Batisteli AF, Espindola ELG, da Silva Matos DM. Invasive *Hedychium coronarium* inhibits native seedling growth through belowground competition. *Flora*, 261: 151479, 2019.
- Dairel M, Fidelis A. The presence of invasive grasses affects the soil seed bank composition and dynamics of both invaded and non-invaded areas of open savannas. *Journal of Environmental Management*, 276: 111291, 2020.

Fernandez RD, *et al.* A global review of *Ligustrum lucidum* (Oleaceae) invasion. *The Botanical Review*, 86(2): 93-118, 2020.

Ferreira LV, Parolin P, Matos DC, Cunha DA, Chaves PP, Neckel SO. The effect of exotic grass *Urochloa decumbens* (Stapf) RD Webster (Poaceae) in the reduction of species richness and change of floristic composition of natural regeneration in the Floresta Nacional de Carajás, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 88: 589-597, 2016.

Guarino ESG, Lucas RR, Sousa LP, Miura AK, Gomes GC. 2018. Cortinas vegetais: usos e conceitos. Embrapa Clima Temperado. 20p. <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/189123/1/DOCUMENTO-475.pdf>>. Acesso em: 10/06/2021.

Harrington RA, Kujawski R, Ryan HDP. Invasive plants and the green industry. *Journal of Arboriculture*, 29(1): 42-48, 2003.

Heringer G, Thiele J, Meira-Neto JAA, Neri AV. Biological invasion threatens the sandy-savanna Mussunga ecosystem in the brazilian Atlantic Forest. *Biological Invasions*, 21(6): 2045-2057, 2019.

Hoffmann WA, Haridasan M. The invasive grass, *Melinis minutiflora*, inhibits tree regeneration in a Neotropical savanna. *Austral Ecology*, 33(1): 29-36, 2008.

Hulme PE. Addressing the threat to biodiversity from botanic gardens. *Trends in Ecology & Evolution*, 26(4): 168-174, 2011.

ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade). 2021. Painel dinâmico de informações. <http://qv.icmbio.gov.br/QvAJAXZfc/opendoc2.htm?document=painel_corporativo_6476.qvw&host=Local&anonymous=true>. Acesso em: 10/06/2021.

IUCN (International Union for Conservation of Nature). 2017. Guidance for interpretation of CBD categories on introduction pathways. Technical note prepared by IUCN for the European Commission. 108p. <<https://www.cbd.int/doc/c/9d85/3bc5/d640f059d03acd717602cd76/sbstta-22-inf-09-en.pdf>> Acesso em: 17/08/2020.

ISSG (Invasive Species Specialist Group). 100 of the World's Worst Invasive Alien Species. Global Invasive Species Database. <http://www.iucngisd.org/gisd/100_worst.php>. Acesso em: 11/04/2021.

Lowe S, Browne M, Boudjelas S, De Poorter M. 2000. 100 of the world's worst invasive alien species: a selection from the global invasive species database. The Invasive Species Specialist Group of the Species Survival Commission (SSC) of the World Conservation Union (IUCN). 12p.

Machado MTS, Drummond JA, Barreto CG. *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit in Brazil: history of an invasive plant. *Estudos Ibero-Americanos*, 46(1): e33976, 2020.

Moro M, Westerkamp C, Martins F. Naturalization and potential impact of the exotic tree *Azadirachta indica* A. Juss. in Northeastern Brazil. *Check List*, 9: 153, 2013.

Moro MF, Westerkamp C, Araújo FS. How much importance is given to native plants in cities' treescape? A case study in Fortaleza, Brazil. *Urban Forestry & Urban Greening*, 13(2): 365-374, 2014.

Moro MF, Castro ASF. A check list of plant species in the urban forestry of Fortaleza, Brazil: where are the native species in the country of megadiversity? *Urban Ecosystems*, 18(1): 47-71, 2015.

Oludare A, Muoghalu JI. Impact of *Tithonia diversifolia* (Hemsly) A. Gray on the soil, species diversity and composition of vegetation in Ile-Ife (Southwestern Nigeria). *International Journal of Biodiversity and Conservation*, 6(7): 555-562, 2014.

Podadera DS, Engel VL, Parrotta JA, Machado DL, Sato LM, Durigan G. Influence of removal of a non-native tree species *Mimosa caesalpinifolia* Benth. on the regenerating plant communities in a tropical semideciduous forest under restoration in Brazil. *Environmental Management*, 56(5): 1148-1158, 2015.

Santos JPB, Fabricante JR. Population structure and effects by the invasive exotic indian-almond over autochthonous vegetation from a sandbank. *Neotropical Biology and Conservation*, 13(4): 295-302, 2018.

SER (Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group). 2004. The SER International Primer on Ecological Restoration. & Tucson: Society for Ecological Restoration International. <<https://www.ser.org/default.aspx>>. Acesso em: 11/04/2021.

Silva RG, Zenni RD, Rosse VP, Bastos LS, Van den Berg E. Landscape-level determinants of the spread and impact of invasive grasses in protected areas. *Biological Invasions*, 22(10): 3083-3099, 2020a.

Silva JLS, Oliveira MTP, Oliveira W, Borges LA, Cruz-Neto O, Lopes AV. High richness of exotic trees in tropical urban green spaces: reproductive systems, fruiting and associated risks to native species. *Urban Forestry & Urban Greening*, 50: 126659, 2020b.

UNEP (United Nations Environment Programme), CBD (Convention on Biological Diversity), SBSTTA (Subsidiary Body on Scientific, Technical and Technological Advice). 2014. Pathways of introduction of invasive species, their prioritization and management. 18p. <<https://www.cbd.int/doc/meetings/sbstta/sbstta-18/official/sbstta-18-09-add1-en.pdf>>. Acesso em: 01/06/2021.

Van Kleunen M, *et al.* The changing role of ornamental horticulture in alien plant invasions. *Biological Reviews*, 93(3): 1421-1437, 2018.

Wheeler GS, Taylor GS, Gaskin JF, Purcell MF. Ecology and management of Sheoak (*Casuarina* spp.), an invader of coastal Florida, USA. *Journal of Coastal Research*, 27(3): 485-492, 2011.

Wittenberg R, Cock MJW (eds.). 2001. Invasive alien species: a toolkit of best prevention and management practices. CAB International. 228p. <<https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2001-040.pdf>>. Acesso em: 05/01/2021.

Xavier CN, Granato-Souza D, Barbosa ACM, Silva JRM. Tropical dendrochronology applied to invasive tree species in the Brazilian Atlantic Forest. *Journal of Forestry Research*, 1-11: 2019.

Zenni RD, Ziller SR. An overview of invasive plants in Brazil. *Brazilian Journal of Botany*, 34(3): 431-446, 2011.

Zenni RD. Analysis of introduction history of invasive plants in Brazil reveals patterns of association between biogeographical origin and reason for introduction. *Austral Ecology*, 39(4): 401-407, 2014.

Ziller SR, Zalba SM, Zenni RD. 2007. Modelo para o desenvolvimento de uma estratégia nacional para espécies exóticas invasoras. Programa de espécies exóticas invasoras para a América do Sul, The Nature Conservancy. Programa Global de Espécies Invasoras GISP. 56p. <http://www.institutohorus.org.br/download/Estrategia_nacional/Modelo_estrategia_nacional_port.pdf>. Acesso em: 01/02/2021.

As espécies que são plantadas para fins silviculturais são em geral exóticas, como o eucalipto (*Eucalyptus* sp.), e ao se dispersarem dos talhões de cultivo podem causar invasões e impactos aos ecossistemas.

©Marina Guimarães Freitas / Acervo CBC/ICMBio

CAPÍTULO 7: ATIVIDADES DE MANEJO FLORESTAL E SILVICULTURA



QUAIS SÃO AS ATIVIDADES QUE GERAM IMPACTOS ASSOCIADOS À INVASÃO BIOLÓGICA?

A atividade de cultivo e manejo de árvores para fins comerciais geram impactos associados à invasão. A silvicultura é a atividade de cultivo de plantações florestais, onde árvores plantadas são cultivadas e manejadas com fins econômicos de comercialização, para gerar produtos florestais madeireiros ou não madeireiros para diferentes usos. Destaca-se que não estão aqui inseridas as atividades de plantações com fins paisagísticos, para conforto térmico ou para cercamento e quebra-ventos, pois essas atividades são abordadas no Capítulo 6.

As florestas plantadas fazem contribuições significativas para a economia, fornecem serviços ecossistêmicos, apoiando os meios de subsistência e conservação da biodiversidade. Essas florestas artificiais são manejadas intensivamente, compostas por uma ou duas espécie(s) nativa(s) ou exótica(s) e plantadas em espaçamentos regulares. O desafio é gerenciar essas plantações florestais para maximizar os benefícios, enquanto se minimiza riscos e impactos (Brundu *et al.*, 2020). As plantações florestais na América do Sul consistem quase que inteiramente de espécies exóticas introduzidas (FAO, 2020). Na maioria dos casos, as árvores exóticas são selecionadas por sua adaptabilidade a muitos *habitat* e rápido crescimento, ambas características que são compartilhadas com espécies invasoras (Brundu & Richardson, 2016).

As EEIs de árvores podem alterar a disponibilidade de recursos e reduzir os *habitat* disponíveis para as espécies nativas. Através de processos ecológicos, como competição e hibridização, as plantas exóticas invasoras podem diminuir a riqueza e diversidade de plantas nativas e causar mudanças na estrutura da vegetação. Além disso, a disseminação de EEIs de árvores está entre as invasões com maiores impactos sobre os serviços do ecossistema, como abastecimento de água e outros (Richardson, 1998; Dodet & Collet, 2012).

QUAIS AS VIAS E OS VETORES DE INTRODUÇÃO E DISPERSÃO DE EEIS ASSOCIADOS À ATIVIDADE?

A via de introdução e dispersão de EEIs associada à atividade de silvicultura é o escape da área ou talhão de produção, ou seja, as espécies são plantadas e escapam de forma não intencional de ambientes controlados ou confinados onde são cultivadas e manejadas para fins silviculturais (UNEP *et al.*, 2014; IUCN, 2017). Árvores adultas, em plantações florestais ou até mesmo indivíduos isolados, podem desencadear a invasão, onde a probabilidade de o processo ocorrer é diretamente proporcional à quantidade de sementes que chegam no local. A dispersão das sementes pode ser feita pelo vento, água e animais ou facilitada por outras vias e vetores, como estradas, veículos, equipamentos e maquinários. O processo de invasão se inicia quando essas sementes caem em ambiente natural propício para germinar e não encontram fatores que possam impedir o seu estabelecimento e crescimento (São Paulo, 2020). Um outro importante fator de dispersão é a malha rodoviária (Dodet & Collet, 2012), essencial para o manejo de florestas plantadas e escoamento da produção, que inicia ou acelera a invasão das espécies exóticas

cultivadas (Heringer *et al.*, 2020) e também de possíveis EEIs de insetos, moluscos e doenças que podem estar contaminando os produtos florestais transportados.

Além disso, as atividades de manejo florestal podem introduzir EEIs e criar condições adequadas para seu estabelecimento. As operações silviculturais associadas ao plantio geralmente incluem cortes rasos em grandes áreas, preparação do solo, controle da vegetação e fertilização e uma série de operações que alteram substancialmente muitas características do ecossistema (Dodet & Collet, 2012). As perturbações causadas durante a atividade expõem o solo e fornecem um ambiente disponível para o estabelecimento de EEIs que chegam ao local ou que já estão presentes. A movimentação de máquinas e pessoas durante as atividades de manejo florestal também podem aumentar a probabilidade de propágulos serem introduzidos acidentalmente em um local, via transporte não intencional de EEIs conectadas às estruturas e equipamentos pessoais (WDNR, 2018). Outras atividades relacionadas são a capina e a roçada, onde gramíneas e arbustos são retirados para evitar a competição e abafamento das mudas jovens e essa atividade acaba por dispersar propágulos para novas regiões.

QUAIS AS TIPOLOGIAS DE EMPREENDIMENTOS QUE REALIZAM A ATIVIDADE?

As tipologias de empreendimentos que realizam a atividade de cultivo de árvores são os empreendimentos de silviculturas, agrossilviculturas e que realizam reflorestamento misto ou homogêneo para fins de produção de madeira, fibras, celulose e produtos não madeireiros.

A atividade de silvicultura é sujeita ao licenciamento ambiental e está listada como atividade potencialmente poluidora e utilizadora de recursos ambientais na Lei nº 6.938/1981, incluída pela Lei nº 10.165/2000 (Brasil, 2000) e, em alguns estados, há apenas a necessidade de autorizações ou licenciamento simplificado. A atividade de silvicultura de pequena escala não depende de prévio licenciamento ambiental, porém os critérios das legislações podem ser diferentes de acordo com os estados.

QUAIS AS EEIS OU GRUPOS TAXONÔMICOS ASSOCIADOS À ATIVIDADE?

As EEIs associadas às atividades são árvores que são cultivadas devido a suas características e que, em geral, são as mesmas que foram reconhecidas como promotoras de invasão, como rápida taxa de crescimento, alta produção de sementes e sobrevivência de mudas (Pyšek & Richardson, 2007; Simberloff, *et al.* 2010; Dodet & Collet, 2012) e resistência à patógenos e pragas em comparação com as espécies nativas. Devido a essas características e à padronização do comércio e de técnicas silviculturais, como incentivos para a produção de viveiros/mudas e conhecimento adquirido sobre técnicas de plantio e desbaste, as espécies exóticas são preferidas em relação às espécies nativas em atividades de silvicultura (Brundu *et al.*, 2020). O número de EEIs de árvores que está sendo relatado como ampliando sua área de distribuição e causando efeitos negativos na biodiversidade e nos serviços ecossistêmicos está aumentando rapidamente em todo o mundo (Rejmánek & Richardson, 2013).

O potencial ou capacidade de invasão (denominada invasibilidade) está presente em muitos tipos de plantas utilizadas na silvicultura, mas, em especial, nas espécies que crescem bem em condições adversas (com ampla tolerância ambiental), produzem frutos e sementes (ou outros propágulos) no início de seu crescimento e desenvolvimento e são capazes de se dispersar amplamente através do vento ou da água ou por animais que se alimentam de seus propágulos ou os que carregam (Howard & Ziller, 2008). Porém, deve-se ressaltar que essas características não garantem a invasão, pois também dependerá das características do novo ecossistema ao qual as plantas serão introduzidas.

Assim, em geral, as EEIs associadas à atividade de silvicultura foram introduzidas intencionalmente em plantações florestais. Os gêneros mais amplamente plantados são *Acacia*, *Eucalyptus* e *Pinus*. Em todos esses gêneros são conhecidas EEIs com potencial invasor que foram introduzidas em UCs por meio dessa atividade, como a *Acacia mangium*, *Eucalyptus grandis* e *Pinus elliottii*, que podem causar alterações na concentração de nutrientes do solo e na estrutura e composição da comunidade de plantas nativas (Abreu & Durigan, 2011; Aguiar *et al.*, 2014; Koutika & Richardson, 2019; Ziller *et al.*, 2019). Além dessas, outras EEIs são registradas em UCs, como a *Hovenia dulcis* e *Schizolobium parahyba* (nativa apenas na Mata Atlântica), que podem alterar a estrutura e composição do sub-bosque e das espécies nativas em regeneração, prejudicando a dinâmica da vegetação (Abreu *et al.*, 2014; Schmidt *et al.*, 2020).

Outras EEIs de plantas associadas, além de insetos e moluscos, são aquelas indicadas no Capítulo 5, que podem ser transportadas acidentalmente contaminando material de *habitat*, como o solo, ou conectadas as estruturas de veículos, máquinas, equipamentos e pessoas que transitam no local. Além disso, os plantios de espécies exóticas podem fornecer áreas potenciais para expansão de espécies exóticas de fauna, inclusive de reconhecido impacto à biodiversidade, como o javali (*Sus scrofa*) e a abelha melífera (*Apis mellifera*). As plantações formadas facilitam o processo de invasão, servindo como uma área de refúgio e beneficiando a expansão dessas EEIs para áreas onde antes não havia ocorrência (Skewes & Jaksic, 2015). A prática de consorciar plantações florestais com criações de *A. mellifera* e a apicultura migratória, onde colmeias são transportadas para aproveitamento das floradas e também para fornecer serviço de polinização para as plantas cultivadas, representam maior risco de propagação de doenças e parasitas que podem impactar espécies nativas de abelhas, além de afetar interações entre polinizadores e plantas nativas (Vanbergen *et al.*, 2018; Parra-Tabla & Arceo-Gómez, 2021; Jara *et al.*, 2021).

Árvores adultas, em plantações florestais ou até mesmo indivíduos isolados, podem desencadear a invasão, como os pinus (*Pinus* sp.) plantados no Parque Nacional das Araucárias, SC.



@Antônio de Almeida Correia Junior / Acervo CBC/ICMBio

AMBIENTES DE MAIOR SUSCETIBILIDADE À INVASÃO

Ambientes de maior suscetibilidade à invasão são aqueles ao redor dos plantios (talhões de produção), viveiros, estradas e rodovias de escoamento e ao redor das instalações. Os ambientes mais próximos ao plantio de silvicultura recebem maior quantidade de sementes, tanto por dispersão natural quanto por vetores associados à atividade e estão sujeitas assim à maior pressão de propágulos. Espécies do gênero *Pinus*, por exemplo, não deveriam ser cultivadas, idealmente, a menos de 250m de distância de ambientes suscetíveis à invasão, sendo esta a distância a partir da qual a chegada de sementes dificilmente ocorrerá (Miashike, 2015; Zenni & Simberloff, 2013). Quando a semente ou propágulo de uma espécie exótica encontra condições adequadas para seu estabelecimento e disseminação após a introdução, a invasão pode ocorrer. Outro aspecto da invasão que se deve enfatizar é que o tempo desde a introdução até o aparecimento da invasão pode levar vários períodos de tempo, como período de chuva para iniciar a germinação, ou mesmo décadas, para banco de sementes.

Para definir os ambientes de maior suscetibilidade à invasão de árvores deve-se conhecer a espécie. A maioria das plantas invasoras é pioneira e invade ambientes abertos ou pouco sombreados, porém outras são invasoras do interior de florestas e, ainda, há as que são favorecidas por características edáficas do solo. Em regiões florestais, manchas, clareiras e também áreas degradadas com baixa cobertura arbórea constituem ambientes propícios à invasão, principalmente para espécies de *Pinus* (São Paulo, 2020).

A suscetibilidade e os impactos de tais invasões por EEIs de árvores são particularmente notáveis em ecossistemas naturalmente sem árvores, onde essas EEIs preenchem nichos abertos ou superam as espécies nativas (Rundel *et al.*, 2014). As invasões de árvores em campos naturais, veredas, cerrados e restingas resultam na rápida conversão desses *habitat* em bosques ou florestas, abafando as comunidades nativas de gramíneas, ervas e arbustos. Em alguns casos, essas invasões podem resultar em mudança no regime de fogo, ciclos hidrológicos e nas características edáficas do local (López-Poma *et al.*, 2019).

As invasões de árvores em campos naturais, veredas, cerrados e restingas resultam na rápida conversão desses habitats em bosques ou florestas, abafando as plantas da comunidade nativa. Como os eucaliptos (*Eucalyptus* sp.) que foram plantados na Floresta Nacional de Brasília, DF.



©Katia Torres Ribeiro / Acervo CBC/ICMBio

MEDIDAS PREVENTIVAS (PROGRAMA DE PREVENÇÃO)

As medidas de prevenção à invasão biológica associadas à atividade de silvicultura são relacionadas a um programa de manejo, que visa conter e garantir uma resposta rápida e eficaz a um risco de invasão e diretrizes técnicas para controlar e impedir que as EEIs se espalhem para fora da área de cultivo. As estratégias para prevenir a invasão são voltadas, em geral, para a instalação e procedimentos de contenção do empreendimento, a operação e as práticas de manejo, monitoramento e detecção precoce, além da capacitação dos funcionários. Porém, deve-se reconhecer o recorrente risco de disseminação e escape da área cultivada. Portanto, a forma mais efetiva de prevenção é que empreendimentos localizados dentro ou no entorno de UCs não contemplem o uso de EEIs com alto potencial de causar impactos à biodiversidade nativa da área protegida. As restrições de cultivo de espécies exóticas nas UCs e em suas ZAs devem estar estabelecidas em plano de manejo da UC ou na legislação vigente. No entanto, quando não for possível evitar o uso dessas espécies no cultivo, recomenda-se a adoção de medidas de prevenção e contenção para reduzir a dispersão e impactos associados. O entendimento sobre como as espécies exóticas se dispersam ou são acidentalmente transportadas por vetores auxilia na escolha de melhores práticas de manejo e estratégias operacionais.

A seguir, são sugeridas medidas de prevenção à invasão biológica de silvicultura a serem implementadas na ZA ou dentro da própria UC, quando for possível implantar esta atividade, de acordo com a legislação vigente e seu plano de manejo. Para as UCs que estão elaborando ou revisando o plano de manejo, é importante indicar se há previsão de restrição do cultivo de espécies exóticas em UCs ou ZAs. Deve-se observar que a retirada de EEIs de plantios já instalados em UCs e ZAs também é possível, pois, segundo a Instrução Normativa ICMBio nº 10/2020 (Brasil, 2020), cabe ao ICMBio analisar e avaliar tecnicamente os impactos que as atividades ou empreendimentos em procedimento de licenciamento ambiental causem ou possam causar às UCs federais e às suas ZAs, sem prejuízo de quaisquer das análises de competência do órgão licenciador.

Para a elaboração das medidas apresentadas nesse Guia, foram utilizados documentos que fornecem orientações para elaboração de planos de contingência (EPPO, 2009) e diretrizes gerais de prevenção e mitigação dos riscos de invasão por EEIs usadas em plantações florestais (Haysom & Murphy, 2004; Moore, 2005; Wilson *et al.*, 2014; Brundu & Richardson, 2016; Brundu *et al.*, 2020). Medidas que indicam métodos de controle devem adotar as orientações previstas no Guia de Orientação para o Manejo de Espécies Exóticas Invasoras em Unidades de Conservação Federais (Brasil, 2019). É importante ressaltar que as medidas foram elaboradas considerando principalmente as vias e vetores de introdução e dispersão de EEIs e não uma espécie em questão, assim, é necessário avaliar o potencial de invasão de cada espécie cultivada nos plantios e adaptar tais medidas.

As medidas de prevenção à invasão biológica associada à atividade de silvicultura são apresentadas em sete temas principais a seguir. Essas medidas foram discutidas e adaptadas e novas medidas foram incluídas a partir de consultas e oficinas de trabalho, para atender às peculiaridades do processo de gestão das UCs. Além disso, elas podem ser ajustadas de acordo com especificidades de cada empreendimento, processo de licenciamento ambiental e UC.

Espécies cultivadas

- Evitar, quando possível e após análise, o cultivo de espécies exóticas em ZA e no entorno imediato da UC. Deve-se observar que a instalação de novos empreendimentos com EEIs é restrita dentro de UCs de determinadas categorias, conforme a Lei n.º 9.985/2000 (Brasil, 2000), podendo o ICMBio analisar e avaliar tecnicamente os impactos que as atividades ou empreendimentos venham a causar, conforme a Instrução Normativa ICMBio nº 10/2020 (Brasil, 2020). A implementação da atividade pode ser vedada em alguns casos, de acordo com a legislação específica vigente ou plano de manejo da UC, se houver.
- Fortalecer e estimular a produção de espécies nativas da flora regional para uso madeireiro e não-madeireiro. Em casos em que não há vedação no plantio e exploração de EEIs dentro ou entorno de UC ou ZA, deverá ser exigido um programa de manejo para controle.

Outras EEI associadas as plantações

- Exigir, sempre que possível, a retirada EEIs de fauna que são associadas aos plantios do empreendimento, quando houver relação conforme observações abaixo.
- Observações:
 - 1) A exigência de retirada de EEIs pode ser realizada através da Autorização para o Licenciamento Ambiental (ALA) ou após diagnóstico, a partir de vistorias. Nesse caso, deve-se observar os mecanismos capazes de firmar a condição, como retificação da ALA ou através do órgão licenciador, a partir de renovação de licença, revisão de programa ambiental, entre outras possibilidades.
 - 2) Os plantios do empreendimento podem fornecer áreas potenciais para expansão da EEIs de fauna, facilitando o processo de invasão ou servindo como uma área de refúgio. Quando houver risco de invasão de uma EEI de fauna, indicada em estudo ambiental prévio como impacto potencial, deve-se exigir um programa de monitoramento que contemple também essa espécie. A remoção de EEIs de fauna associada só será exigida quando o programa de monitoramento relativo ao caso potencial indicar que o plantio beneficia a expansão dessa EEI para áreas onde antes não havia ocorrência.

Instalação do plantio

- Apresentar um Programa de instalação do plantio, contendo: 1) descrição e posicionamento do plantio; 2) métodos e procedimentos adotados para impedir a disseminação da espécie, conforme observações; 3) cronograma de ações de controle e repasse e 4) elaboração de relatórios das ações que foram tomadas, com detalhamento dos procedimentos.
- Observações:
 - 1) Para a introdução de novas espécies exóticas no Brasil ou bioma, deve-se apresentar avaliação de risco de invasão, contendo minimamente: (a) a probabilidade de estabelecimento e disseminação da espécie; (b) possíveis impactos sobre a biodiversidade; (c) principais vias e vetores de dispersão dos propágulos e (d) ambientes preferenciais para estabelecimento.
 - 2) Quando possível, eliminar a produção de sementes viáveis ou pólen fértil em melhoramento genético dos indivíduos que serão plantados. Deve-se avaliar o risco de hibridização com espécies nativas.
 - 3) Isolar com barreiras físicas as plantações de espécies exóticas que tenham dispersão pelo vento. As barreiras podem ser formadas por espécies arbóreas exóticas não invasoras ou por

espécies arbóreas nativas de grande porte. Para espécies que se dispersam por caules subterrâneos, deve-se implantar valas com pelo menos 120cm de profundidade com qualquer material sólido ou com tecido resistente ao redor do plantio.

4) Na descrição e posicionamento do plantio deve-se apresentar um mapa de localização do plantio identificando as áreas de efetivo plantio (talhão), uso e ocupação do solo do entorno próximo (<1km) localizando remanescentes de vegetação nativa, Áreas de Preservação Permanente - APPs nas matas ciliares, estradas e vias de acesso (externas e internas). Para espécies anemocóricas, como *Pinus* por exemplo, é interessante apresentar um mapa contendo informações sobre direção dos ventos na região.

- As atividades de movimentação de solo, manejo de plantas, manutenção e movimentação de máquinas, construções civis e plantio de vegetação devem adotar as medidas de prevenção à invasão indicadas neste Guia (Capítulos 5 e 6). Deve-se observar que essas medidas foram elaboradas considerando as atividades de forma geral e podem ser adotadas e ajustadas para as diferentes fases dos empreendimentos de silvicultura.
- Implementar uma zona de segurança livre de EEIs entre *habitat* protegidos por legislação específica e a plantação de espécies exóticas. A distância deve ser determinada de acordo com estudo ambiental prévio, conforme plano de manejo ou norma vigente.
- Garantir o controle de EEIs proveniente de substratos ou lotes de sementes contaminados e o descarte correto de material vegetal não utilizado nos cultivos. Os responsáveis pelo plantio devem exigir documentação comprobatória de produtores e comerciantes de plantas e sementes saudáveis e livres de EEIs da fauna e da flora. Microrganismos que podem causar impactos negativos à biodiversidade também devem ser considerados. Deve-se observar que essa exigência pode ser feita durante a apresentação de relatórios e nota fiscal, conforme o cadastro no Registro Nacional de Sementes e Mudas (Renasem) instituído Lei nº 10.711/2003 (Brasil, 2003) e regulamentado pela Instrução Normativa MAPA nº 17/2017 (Brasil, 2017).
- Preferir a instalação de plantios de espécies ou com formas de manejo que evitem que as plantas atinjam ou permaneçam em estágio reprodutivo por longos períodos. É importante evitar que os indivíduos atinjam a idade reprodutiva para reduzir a dispersão de propágulos viáveis, porém deve-se avaliar o aumento nas atividades de maquinário e perturbações no solo causado pela manutenção.

Espécies de uso silvicultural quando não manejadas e sem controle de dispersão, podem ocasionar completa dominância e alteração do ecossistema, como a invasão de pinus (*Pinus* sp.) na Floresta Nacional de Brasília, DF.



©Alexandre Sampaió

Operação do empreendimento

- O transporte de materiais vegetais, exceto madeira (toras), de EEIs deve ser feito em veículo fechado ou coberto, garantindo que as partes laterais e traseira do veículo de transporte estejam bem fixadas. Material vegetal resultante da remoção de árvores ou de manejo silvicultural de EEIs deve ser inviabilizado ou ter destinação adequada para evitar dispersão.
- Veículos, equipamentos e estruturas utilizadas nas atividades de silvicultura devem adotar as medidas de prevenção a invasão associada as atividades de movimentação de solo, manejo de plantas, manutenção e movimentação de máquinas, construções civis e plantio de vegetação indicadas neste Guia (Capítulos 5 e 6).

Programa de manejo para conter dispersão de EEI cultivada

- Apresentar programa de manejo baseado no Guia de Orientação para o Manejo de Espécies Exóticas Invasoras em Unidades de Conservação Federais (Brasil, 2019), contendo minimamente: 1) avaliação de risco de invasão para cada espécie exótica cultivada; 2) procedimentos específicos empregados para evitar ou reduzir a dispersão de propágulos e material vegetativo viável e 3) protocolo de resposta rápida em caso de detecção de espécies dos cultivos e no contexto de cada empreendimento.
- Observações:
 - 1) Apresentar informações básicas sobre a biologia da espécie exótica cultivada, como taxonomia, área de distribuição natural, uso comercial, ambientes preferenciais de invasão, grupo sucessional, síndrome de dispersão, fenologia, principais polinizadores e dispersores e características das sementes.
 - 2) Descrever os métodos e ações empregados nas etapas de manutenção dos plantios, transporte de produtos oriundos dos plantios e manejo dos plantios para evitar ou reduzir a dispersão de propágulos e material vegetativo viável que podem causar invasões.
 - 3) Um modelo de procedimento básico para detecção precoce e resposta rápida é provido no Guia de Orientação para o Manejo de Espécies Exóticas Invasoras em Unidades de Conservação Federais (Brasil, 2019) e pode ser adaptado para o contexto específico de cada situação. O referido Guia também apresenta orientações para os métodos de controle de plantas exóticas invasoras e formas de destinação.
 - 4) A análise de risco refere-se à avaliação da magnitude e da natureza dos possíveis efeitos negativos da introdução proposta, assim como à probabilidade de que esses efeitos se produzam (Ziller *et al.*, 2007). O resultado de avaliações de risco realizadas para EEIs no Brasil está disponível no *site* do Instituto Hórus (2021). Outras ferramentas para avaliação de risco podem ser consultadas em Gordon *et al.* (2012) e Ziller *et al.* (2019) para *Eucalyptus* e em McGregor (2012) para *Pinus*.

Monitoramento e Detecção precoce

- Apresentar programa de monitoramento e detecção precoce, de acordo com o Guia de Orientação para o Manejo de Espécies Exóticas Invasoras em Unidades de Conservação Federais (Brasil, 2019), contemplando minimamente o monitoramento para detectar a provável ocorrência da espécie cultivada em: 1) áreas de alto risco de invasão, como pontos de acesso, corredores de transporte, solo perturbado ou descoberto, áreas degradadas, remanescentes de vegetação florestal em estágio inicial de regeneração, APPs (mata ciliar, sobretudo quando a EEI é dispersa pela avi-fauna); 2) limites

dos empreendimentos e das plantações, zonas de segurança ou áreas circundantes aos plantios de EEIs, estradas de acessos, viveiros e outras instalações de empreendimentos; 3) locais que passaram por ações de controle de EEIs e 4) áreas detectadas como sensíveis a invasão pelo estudo ambiental.

- Observações:

- 1) Áreas de alto risco são aquelas onde ocorre intenso fluxo de pessoas, equipamentos, veículos e maquinários externos como estradas limítrofes e estradas de acesso; perturbação do solo como escavações e depósito/aterro; locais de lavagem de maquinários e equipamentos.

- 2) Áreas degradadas também são consideradas áreas de alto risco de invasão e devem ser monitoradas mesmo após o controle de uma EEI. Em geral, as plantas invasoras são espécies pioneiras que invadem ambientes abertos ou pouco sombreados, ocupando nicho vazios e ambientes alterados.

- 3) Locais que sofreram movimentação de solo recente, como escavações, desnudamento do solo e remoção de vegetação, devem ser monitorados a fim de detectar EEIs por no mínimo dois anos após a conclusão do projeto.

- 4) No caso de plantas, se houver banco de sementes estabelecido, haverá germinação e será necessário repetir o controle até o seu esgotamento. Sugestões de protocolos de monitoramento já existentes para identificar sucesso de controle são indicados no Guia de Orientação para o Manejo de Espécies Exóticas Invasoras em Unidades de Conservação Federais (Brasil, 2019).

- 5) O monitoramento deve se concentrar em áreas que são ambientalmente suscetíveis à invasão pela espécie exótica, de acordo com a análise de risco, quando houver.

- 6) Ações de monitoramento para detecção precoce devem seguir as recomendações indicadas no Guia de Orientação para o Manejo de Espécies Exóticas Invasoras em Unidades de Conservação Federais (Brasil, 2019), considerando os grupos de espécies de risco de invasão e seu potencial de reprodução e estabelecimento.

- Em caso de detecção de EEIs fora da área de cultivo, dentro ou ao redor da UC e ZA, os responsáveis pelo empreendimento devem relatar, em até 30 dias, qualquer ocorrência da espécie cultivada fora da área de cultivo ao gestor da UC.

Capacitação

- Apresentar um programa de capacitação envolvendo os profissionais e equipes das atividades e as comunidades ao redor contendo: (1) ações de educação ambiental para esclarecer sobre o impacto de EEIs de plantas e invertebrados terrestres; (2) produção e divulgação de listas e materiais, preferencialmente ilustrados, sobre EEIs comuns na região ou no estado, para identificar e informar a ocorrência da espécie no local da atividade; (3) divulgação de informações referentes a limpeza de calçados, roupas e equipamentos pessoais após realizar manejo de EEIs ou transitar em áreas invadidas; (4) capacitação para a detecção de EEIs e aplicação de procedimentos de controle e monitoramento dos profissionais envolvidos nas atividades do empreendimento e 5) capacitação na identificação de EEIs, inclusive para reconhecer a planta em todas as fases do seu ciclo de vida, incluindo as sementes.

- Observações:

- 1) A capacitação de comunidades ao redor visa auxiliar na identificação de escape da espécie cultivada e detecção precoce de outras espécies exóticas. Incluir também os visitantes das UCs no programa de capacitação, quando possível.

- 2) O Guia de Orientação para o Manejo de Espécies Exóticas Invasoras em Unidades de Conservação Federais (Brasil, 2019) fornece informações que devem ser utilizadas nas capacitações.

REFERÊNCIAS

- Abreu RC, Durigan G. Changes in the plant community of a Brazilian grassland savannah after 22 years of invasion by *Pinus elliottii* Engelm. *Plant Ecology & Diversity*, 4(2-3): 269-278, 2011.
- Abreu RCR, Santos FFM, Durigan G. Changes in plant community of Seasonally Semideciduous Forest after invasion by *Schizolobium parahyba* at southeastern Brazil. *Acta Oecologica*, 54: 57-64, 2014.
- Aguiar Jr A, Barbosa RI, Barbosa JB, Mourão Jr M. Invasion of *Acacia mangium* in Amazonian savannas following planting for forestry. *Plant Ecology & Diversity*, 7(1-2): 359-369, 2014.
- Brasil. 2000. Lei nº 10.165, de 27 de dezembro de 2000. Diário Oficial da União. <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l10165.htm> Acesso em: 28/05/2021.
- Brasil. 2003. Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003. Diário Oficial da União. <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/l10.711.htm>. Acesso em: 28/05/2021.
- Brasil. 2017. Instrução Normativa MAPA nº 17, de 26 de abril de 2017. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Diário Oficial da União. <https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/20186073/do1-2017-04-28-instrucao-normativa-n-17-de-26-de-abril-de-2016-20185922>. Acesso em: 28/05/2021.
- Brasil. 2019. Guia de orientação para o manejo de espécies exóticas invasoras em Unidades de Conservação federais. Versão 3. Ministério do Meio Ambiente. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). 135p. <<https://www.icmbio.gov.br/cbc/publicacoes.html>>. Acesso em: 12/12/2020.
- Brasil. 2020. Instrução Normativa Nº 10/Gabin/ICMBio, de 17 de agosto de 2020. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). Diário Oficial da União. <[https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-10/gabin/icmbio-de-17-de-agosto-de-2020-272746925#:~:text=1%C2%BA%20Ficam%20estabelecidos%20os%20procedimentos,no%20processo%20de%20licenciamento%20ambiental.&text=a\)%20para%20atividades%20ou%20empreendimentos,impacto%20ambiental%20pelo%20%C3%B3rg%C3%A3o%20licenciador](https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-10/gabin/icmbio-de-17-de-agosto-de-2020-272746925#:~:text=1%C2%BA%20Ficam%20estabelecidos%20os%20procedimentos,no%20processo%20de%20licenciamento%20ambiental.&text=a)%20para%20atividades%20ou%20empreendimentos,impacto%20ambiental%20pelo%20%C3%B3rg%C3%A3o%20licenciador)>. Acesso em: 01/03/2021.
- Brundu G, Richardson DM. Planted forests and invasive alien trees in Europe: a Code for managing existing and future plantings to mitigate the risk of negative impacts from invasions. *NeoBiota*, 30: 5- 47, 2016.
- Brundu G *et al.* Global guidelines for the sustainable use of non-native trees to prevent tree invasions and mitigate their negative impacts. *NeoBiota*, 61: 65-116, 2020.
- Dodet M, Collet C. When should exotic forest plantation tree species be considered as an invasive threat and how should we treat them? *Biological Invasions*, 14(9): 1765-1778, 2012.
- EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization). Generic elements for contingency plans. *EPPO Bulletin*, 39(3): 471-474, 2009.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2020. Global forest resources assess-

ment 2020: key findings. 14p. <<https://doi.org/10.4060/ca8753en>>. Acesso em: 23/02/2021.

Gordon DR, Flory SL, Cooper AL, Morris SK. Assessing the invasion risk of *Eucalyptus* in the United States using the Australian weed risk assessment. *International Journal of Forestry Research*, 2012(203768): 1-7, 2012.

Haysom KA, Murphy ST. The status of invasiveness of forest tree species outside their natural habitat: a global review and discussion paper. *Forest Genetic Resources*, 31, 5-8, 2004.

Heringer G, Thiele J, do Amaral CH, Meira-Neto JAA, Matos FAR, Lehmann JRK, Buttschardt TK, Neri, AV. *Acacia* invasion is facilitated by landscape permeability: the role of *habitat* degradation and road networks. *Applied Vegetation Science*, 23(4): 598-609, 2020.

Howard G, Ziller S. Alien alert-plants for biofuel may be invasive. *Bioenergy Business*, 13-15, 2008.

Instituto Hórus (Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental). Análise de risco para espécies exóticas. <<https://institutohorus.org.br/analise-de-risco-para-especies-exoticas/>>. Acesso em: 10/05/2021.

IUCN (International Union for Conservation of Nature). 2017. Guidance for interpretation of CBD categories on introduction pathways. Technical note prepared by IUCN for the European Commission. 108p. <<https://www.cbd.int/doc/c/9d85/3bc5/d640f059d03acd717602cd76/sbstta-22-inf-09-en.pdf>>. Acesso em: 17/08/2020.

Jara L, *et al.* The effect of migratory beekeeping on the infestation rate of parasites in honey bee (*Apis mellifera*) colonies and on their genetic variability. *Microorganisms*, 9(1): 22, 2021.

Koutika LS, Richardson, DM. *Acacia mangium* Willd: benefits and threats associated with its increasing use around the world. *Forest Ecosystems*, 6(1): 1-13, 2019.

López-Poma R, Pivello VR, Brito GS, Bautista S. Impact of the conversion of brazilian woodland savanna (cerradão) to pasture and *Eucalyptus* plantations on soil nitrogen mineralization. *Science of the Total Environment*, 704: 135397, 2019.

McGregor K. 2012. Quantifying invasion risk: the genus *Pinus* as a model system. Tese (Degree of Doctor of Philosophy). Lincoln University. 184p.

Miashike RL. 2015. Invasão por *Pinus* spp. em fisionomias campestres do Cerrado, no estado de São Paulo. Dissertação (Mestrado em Ecologia). Universidade de São Paulo. 101p.

Moore BA. 2005. Alien invasive species: impacts on forests and forestry. Forest Health & Biosecurity Working Paper 8. Forest Resources Division FAO. Forestry Department. <<http://www.fao.org/3/j6854e/J6854E00.htm#TopOfPage>>. Acesso em: 05/03/2021.

Parra-Tabla V, Arceo-Gómez G. Impacts of plant invasions in native plant-pollinator networks. *New Phytologist*, 230(6): 2117-2128, 2021.

Pyšek P, Richardson DM. 2007. Traits associated with invasiveness in alien plants: where do we stand?, p. 97-125. In: Nentwig W. (ed.). Biological invasions. Springer. 446p.

Rejmánek M, Richardson DM. Trees and shrubs as invasive alien species – 2013 update of the global database. Diversity and Distributions, 19(8): 1093-1094, 2013.

Richardson DM. Forestry trees as invasive aliens. Conservation Biology, 12(1): 18-26, 1998.

Rundel PW, Dickie IA, Richardson DM. Tree invasions into treeless areas: mechanisms and ecosystem processes. Biological Invasions, 16(3): 663-675, 2014.

São Paulo. 2020. Invasão por *Pinus* spp: ecologia, prevenção, controle e restauração. Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente. Instituto Florestal. 63p. <https://smastr16.blob.core.windows.net/inflorestal/sites/234/2020/04/manual_invasao_pinus-2020.pdf>. Acesso em: 01/03/2021.

Schmidt AD, Castellani TT, Dechoum MS. Biotic and abiotic changes in subtropical seasonal deciduous forest associated with invasion by *Hovenia dulcis* Thunb. (Rhamnaceae). Biological Invasions, 22(2): 293-306, 2020.

Simberloff D, *et al.* Spread and impact of introduced conifers in South America: lessons from other southern hemisphere regions. Austral Ecology, 35(5): 489-504, 2010.

Skewes O, Jaksic FM. History of the introduction and present distribution of the european wild boar (*Sus scrofa*) in Chile. Mastozoología Neotropical, 22(1): 113-124, 2015.

UNEP (United Nations Environment Programme), CBD (Convention on Biological Diversity), SBSTTA (Subsidiary Body on Scientific, Technical and Technological Advice). 2014. Pathways of introduction of invasive species, their prioritization and management. 18p. <<https://www.icmbio.gov.br/cbc/publicacoes.html>>. Acesso em: 01/06/2021.

Vanbergen A J, Espíndola A, Aizen MA. Risks to pollinators and pollination from invasive alien species. Nature Ecology & Evolution, 2(1): 16-25, 2018.

Wilson JR, *et al.* A standardized set of metrics to assess and monitor tree invasions. Biological Invasions, 16(3): 535-551, 2014.

WDNR (Wisconsin Department of Natural Resources). 2018. Threats to forest health, p. 8-2/8-19. In: WDNR (Wisconsin Department of Natural Resources). Wisconsin Forest Management Guidelines. 407p. <<https://dnr.wisconsin.gov/topic/forestmanagement/guidelines>>. Acesso em: 13/01/2021.

Ziller SR, Dechoum MS, Zenni RD. Predicting invasion risk of 16 species of eucalypts using a risk assessment protocol developed for Brazil. *Austral Ecology*, 44: 28-35, 2019.

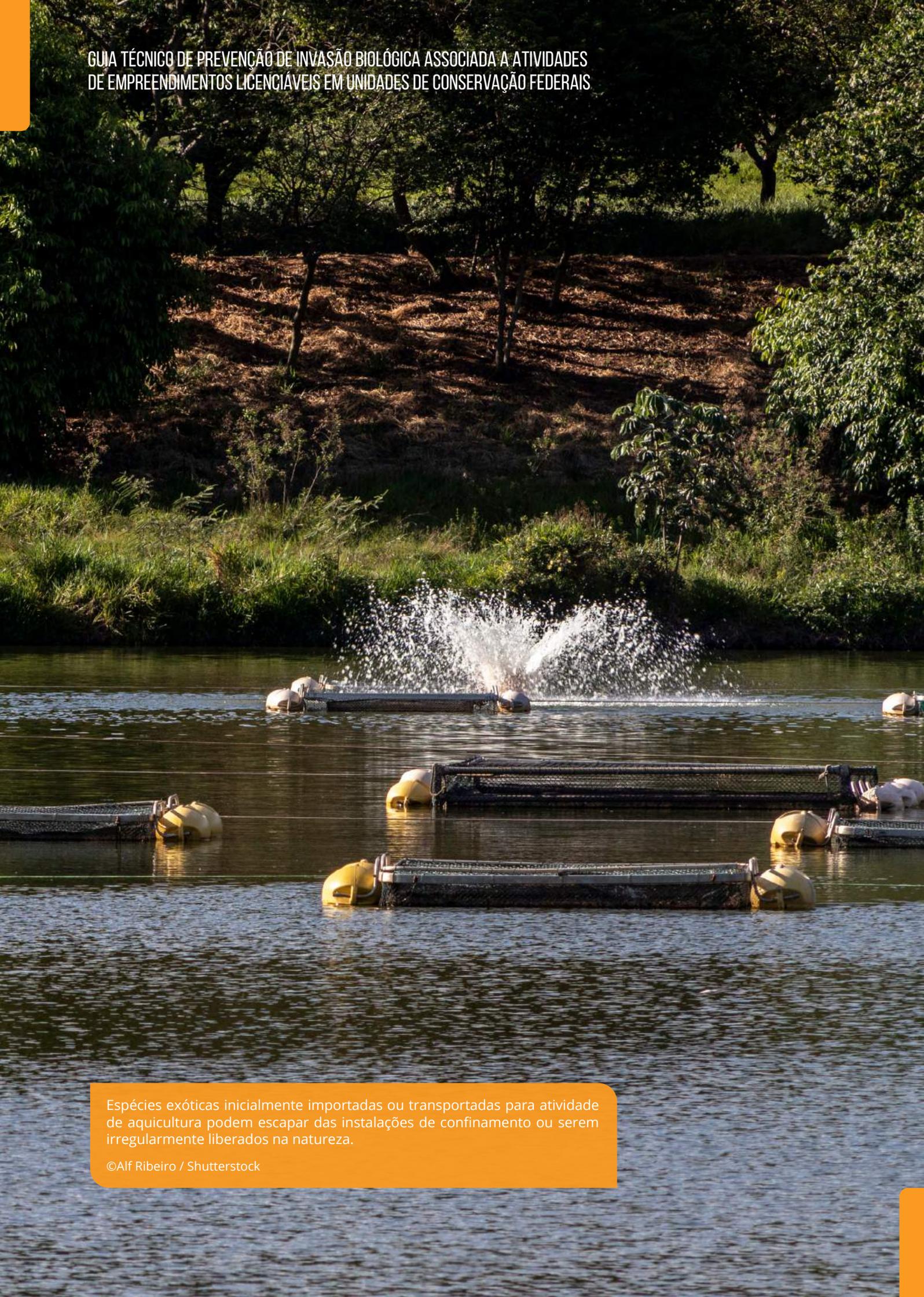
Ziller SR, Zalba SM, Zenni RD. 2007. Modelo para o desenvolvimento de uma estratégia nacional para espécies exóticas invasoras. Programa de espécies exóticas invasoras para a América do Sul, The Nature Conservancy. Programa Global de Espécies Invasoras GISP. 56p.<http://www.institutohorus.org.br/download/Estrategia_nacional/Modelo_estrategia_nacional_port.pdf>. Acesso em: 05/03/2021.

Zenni RD, Simberloff D. Number of source populations as a potential driver of pine invasions in Brazil. *Biological Invasions*, 15(7): 1623-1639, 2013.

A suscetibilidade e os impactos negativos das invasões por árvores são particularmente notáveis em ecossistemas naturalmente sem árvores, como áreas de dunas e restingas invadidas por *Pinus* sp., causando alteração de forma biótica e abiótica.



©Isandro Luis Traubach / Shutterstock



Espécies exóticas inicialmente importadas ou transportadas para atividade de aquicultura podem escapar das instalações de confinamento ou serem irregularmente liberados na natureza.

©Alf Ribeiro / Shutterstock

CAPÍTULO 8: ATIVIDADE DE AQUICULTURA



QUAIS SÃO AS ATIVIDADES QUE PODEM GERAR IMPACTOS ASSOCIADOS À INVASÃO BIOLÓGICA?

A atividade que gera impactos associados à invasão biológica é o cultivo de organismos aquáticos para uso comercial. São atividades de aquicultura, com objetivo principal de produção e comercialização para consumo de carnes ou outras partes e produtos, ou criações comerciais para uso ornamental. A cultura pode variar de plantas aquáticas a invertebrados, anfíbios, peixes e répteis. Os principais tipos de aquicultura são piscicultura (criação de peixes), carcinicultura (criação de camarões), ranicultura (criação de rãs), malacocultura (criação de moluscos, ostras e mexilhões); algicultura (cultivo de algas); quelonicultura (criação de tartarugas e tracajás) e criações de jacaré. Há uma variedade de sistemas de produção, ambientes de cultivo e práticas de manejo.

A atividade pode ocorrer em estruturas artificiais instaladas fora da água ou instaladas diretamente no ambiente dulcícola (aquicultura continental), estuarino ou marinho (maricultura). Em geral, a aquicultura em água doce é praticada em viveiros escavados no solo, em tanques-rede instalados no ambiente aquático e em instalações terrestres, como caixas d'água e estufas. Em ambiente marinho, o cultivo é feito geralmente em tanques-rede, e no caso de carcinicultura marinha, em viveiros escavados.

A aquicultura é uma importante atividade do setor agropecuário, fornecendo alimentos e emprego (FAO, 2020). Os desafios ambientais associados à atividade devem crescer à medida que se intensifica a produção e novas estratégias de desenvolvimento e gestão são exigidas para reduzir os impactos à biodiversidade. Mesmo que as atividades sejam realizadas em estruturas controladas, existe o risco de escape de espécies cultivadas, seja por eventos naturais ou práticas de manejo deficientes (Agostinho *et al.*, 2006; Casimiro *et al.*, 2018). Dentre os impactos ecológicos negativos associados à aquicultura está a introdução e estabelecimento de espécies não nativas em ecossistemas naturais (Naylor *et al.*, 2001; Diana, 2009) e disseminação de patógenos.

No Brasil, segundo a Pesquisa da Pecuária Municipal - PPM (IBGE, 2021), a espécie de peixe mais produzida em 2019 foi a tilápia (*Oreochromis spp.*), sendo este um gênero de EEI de impactos reconhecidos, como a *Oreochromis niloticus*, uma espécie africana introduzida em bacias hidrográficas de todas as regiões do Brasil. As instalações de aquicultura são o principal vetor de invasão de peixes em ecossistemas de água doce, mostrando que os tanques não são isolados de forma eficiente para evitar escapes para o meio ambiente (Nobile *et al.*, 2020; Forneck *et al.*, 2021). Após a introdução e colonização dessas espécies, alguns dos resultados negativos são a diminuição da biodiversidade, associada à diminuição populacional de espécies nativas e possível extinção de algumas.

Além das criações de peixes, a atividade de ranicultura oscila no Brasil (Schloegel *et al.*, 2010) e tem resultado em escapes acidentais e solturas na natureza (Both *et al.*, 2011), e também na disseminação de

patógenos em emissão de efluentes contaminados (Ribeiro *et al.*, 2019, Santos *et al.*, 2020). Assim como em outras criações, a desativação de ranários tem resultado na liberação indiscriminada de animais para a natureza. A rã-touro (*Lithobates catesbeianus*) é a principal espécie criada para consumo humano e considerada uma das 100 piores exóticas invasoras do mundo (Lowe *et al.*, 2000).

QUAIS AS VIAS E OS VETORES DE INTRODUÇÃO E DISPERSÃO DE EEIS ASSOCIADOS À ATIVIDADE?

A introdução de EEIs no meio ambiente ocorre a partir de atividades de aquicultura, sendo este o vetor. A principal via de introdução e dispersão dessas EEIs é o escape do confinamento ou do cativeiro para o ambiente natural. Assim, os organismos são inicialmente importados ou transportados intencionalmente para as condições de confinamento e, então, escapam (UNEP *et al.*, 2014b; IUCN, 2017). Esses escapes são causados, em geral, por falha de equipamentos e estruturas de contenção, erros operacionais durante o manejo, ataques de predadores e eventos climáticos que danificam as estruturas de contenção. O uso de espécies exóticas como isca viva para alimentar as espécies cultivadas e a liberação intencional de organismos vivos no meio ambiente, mesmo está sendo proibida, também ocorrem e são importantes vias de introdução e dispersão de espécies exóticas que podem se tornar invasoras.

As estruturas de aquicultura instaladas fora do ambiente natural aquático, utilizam tanques, caixas d'água, viveiros escavados, diques, açudes, baías e represas artificiais com sistemas de circulação de água provenientes de cursos d'água próximos. A introdução de indivíduos da espécie cultivada no meio natural pode ocorrer devido a uma série de mecanismos onde as espécies escapam dessas instalações, tais como: durante o período de despesca; durante inundações fluviais em épocas de enchentes; com o esvaziamento de lagoas durante o manejo; descarte intencional de indivíduos indesejados; falta de proteção adequada sobre os canos de escoamento e drenagem da água; transbordamento ou rompimento da estrutura de contenção; práticas de manejo inadequadas; localização e planejamento inadequado das instalações do empreendimento; desativação e o lançamento de espécies em corpos d'água próximos por pássaros ou outros animais predadores (Nichols, 2018; Casimiro *et al.*, 2018; Forneck *et al.*, 2016).

As unidades de aquicultura com instalações diretamente nos rios e mares, utilizam em geral tanques-rede, gaiolas, redes fixas, estruturas fixas e flutuantes, balsas, *longlines* (espinhéis) e cordas. Geralmente, essas estruturas são instaladas em ambientes marinhos costeiros abrigados como baías, enseadas, golfos e lagoas e, mais recentemente, em mar aberto. Assim, essas estruturas são altamente suscetíveis a danos provocados por vendavais, predadores e objetos flutuantes. Nessas instalações os escapes podem ocorrer devido à, principalmente, manutenção deficiente das instalações, fortes tempestades e eventos climáticos adversos, além da destruição de redes ou gaiolas por outro animal, como pássaros mergulhadores, mamíferos aquáticos e tubarões (Nichols, 2018).

Em particular, o cultivo de espécies exóticas em sistemas de aquicultura baseados em tanques-rede provavelmente possui maiores chances de escape, estabelecimento e impactos associados (Azevedo-Santos *et al.*, 2011). Essas estruturas têm contato direto com o meio externo, localizadas diretamente dentro de corpos d'água naturais. Os escapes das espécies cultivadas ocorrem com frequência em tais sistemas e durante todas as etapas de produção. Além disso, os tanques-rede atraem a fauna nativa, podendo causar mudanças em seus padrões de dieta, e podem servir de substrato para bioincrustação de EEIs, como o mexilhão-dourado (*Limnoperna fortunei*) e da ascídia-solitária (*Styela plicata*), e contribuir para a sua dispersão e estabelecimento (Rocha & Kremer, 2005; Rezende-Ayroza *et al.*, 2019).

QUAIS AS TIPOLOGIAS DE EMPREENDIMENTOS QUE REALIZAM A ATIVIDADE?

As atividades de empreendimentos de aquicultura sujeitas ao licenciamento ambiental reconhecidas pela Resolução Conama nº 413/2009 (Brasil, 2009b) são: piscicultura em tanque-escavado/edificado; algicultura; piscicultura de tanque-rede; ranicultura; malacocultura; cultivo de peixes ornamentais; carcinicultura de água doce em tanque escavado/edificado; produção de formas jovens; carcinicultura de água doce em tanques-rede; pesque-pague e outros cultivos ou criação de organismos cujo ciclo de vida, em condições naturais, ocorre total ou parcialmente em meio aquático. Os empreendimentos de carcinicultura em zona costeira têm norma específica, prevista na Resolução Conama nº 312/2002 (Brasil, 2002) e, em UC, a carcinicultura é proibida pela Instrução Normativa MMA nº 03/2008 (Brasil, 2008a), até que o plano de manejo determine as regras para o cultivo na UC. Ainda, alguns estados possuem legislações específicas que proíbem instalação de novos criadouros de espécies invasoras aquáticas reconhecidas em listas oficiais.

QUAIS AS EEIS OU GRUPOS TAXONÔMICOS ASSOCIADOS À ATIVIDADE?

As atividades de aquicultura são associadas a organismos aquáticos ou semiaquáticos, podendo ser de ambiente marinho, dulcícola ou estuarino. São espécies de diversos grupos, como peixes, crustáceos, moluscos, répteis, anfíbios, corais, algas e macrófitas. Peixes, em geral, são espécies com hábito alimentar onívoro e alto potencial reprodutivo, com cuidado parental e múltiplas desovas ao longo do ano. São espécies generalistas e com características que facilitam a colonização e obtenção de recursos alimentares em regiões fora da sua distribuição natural (Agostinho *et al.*, 2006). No Brasil, os sistemas de produção são baseados principalmente em espécies originadas de outros países, continentes ou ainda transferidas de outras bacias hidrográficas brasileiras. Em ambas as situações a espécie é considerada exótica, segundo a CDB (2021), promulgada no Brasil através do Decreto nº 2.519/1998 (Brasil, 1998), e a Estratégia Nacional para Espécies Exóticas Invasoras (Brasil, 2019), pois se encontra fora de sua área de distribuição natural. A Resolução Conama nº 413/2009 (Brasil, 2009b) utiliza o termo “espécies alóctones” para designar espécies nativas de uma bacia hidrográfica no território nacional e que são introduzidas em outra bacia do território nacional. É importante ressaltar que a definição da CDB não faz distinção de divisão territorial política ou de espécie com ocorrência nativa dentro do mesmo país, uma vez que declara espécie exótica como aquela que ocorre fora da sua área de distribuição natural. Portanto, as espécies alóctones são consideradas exóticas neste Guia.

A aquicultura continental é composta principalmente pelo grupo dos peixes. Em geral, são espécies com conhecidos impactos negativos ao meio ambiente, populações e comunidades nativas, como as tilápias (gênero *Oreochromis* e *Coptodon*), além de serem associada à propagação de patógenos exóticos que afetam as espécies nativas hospedeiras (Nobile *et al.*, 2020). Em UCs federais são registradas ocorrências de EEIs de peixes que foram introduzidas por atividades de aquicultura dentro das UCs ou em regiões hidrográficas conectadas. As duas espécies de tilápias mais produzidas no Brasil, *Oreochromis niloticus* e *Coptodon rendalli*, são também as EEIs que mais ocorrem nas UCs federais. Os impactos negativos da introdução dessas espécies fora de sua área de distribuição natural incluem a predação de espécies nativas, competição por alimento e espaço, alteração da qualidade da água e comunidade fitoplanctônica (Canonico *et al.*, 2005). Outras EEIs registradas invadindo águas continentais em UCs e que são associadas às atividades de aquicultura são o bagre-africano (*Clarias gariepinus*), que é um predador complexo com alto potencial de impactar a ictiofauna nativa (Vitule *et al.*, 2006) e a carpa-comum (*Cyprinus carpio*), considerada uma das 100 piores espécies invasoras do mundo (Lowe *et al.*, 2000), que devido à excreção e ao seu hábito alimentar por sucção, arranca plantas aquáticas e suspende sedimentos, causando fortes efeitos sobre a comunidade bentô-

nica (Huser *et al.*, 2021). Além dessas, há também a criação de espécies provenientes de outras bacias do território nacional, como as espécies de tucunaré (gênero *Cichla*) e a corvina (*Plagioscion squamosissimus*), em tanques e reservatórios de bacias fora da distribuição natural, resultando em alterações drásticas aos ecossistemas e às populações de suas presas (Pelicice & Agostinho, 2009; Barros *et al.*, 2012). Ambas as espécies amazônicas são encontradas invadindo UCs federais em outras regiões do país. Outras EEIs com ocorrência em UCs são produzidas em atividades de aquicultura, porém para fins ornamentais, como o peixe-dourado (*Carassius auratus*) que causa aumento na turbidez da água e diminui a vegetação aquática através da predação (Richardson *et al.*, 1995).

Além dos peixes, há registros também de quelônios exóticos em águas continentais de UCs provenientes de criações, como a tigre-d'água-de-orelha-vermelha (*Trachemys scripta elegans*) que pode cruzar com espécies nativas e causar perda genética, além de competir por recursos (Rodrigues *et al.*, 2016). Outra espécie exótica e com grande potencial invasor, é a rã-touro norte-americana (*Lithobates catesbeianus*), reconhecidamente usada na ranicultura visando o mercado alimentício e que pode causar impactos em uma ampla variedade de espécies nativas de vertebrados e invertebrados, como predação, competição e transmissão de doenças (Hanselmann *et al.*, 2004; Ruggeri *et al.*, 2019; Salinas *et al.*, 2019; Ribeiro *et al.*, 2019; Santos *et al.*, 2020; Lima *et al.*, 2021).

A maricultura no Brasil é restrita, em geral, a produção de camarões e moluscos exóticos. A principal espécie produzida é também uma EEI que ocorre em UC, o camarão-branco-do-pacífico (*Litopenaeus vannamei*). Indivíduos desta espécie também são comercializados para servir como iscas vivas. O *L. vannamei* compartilha o mesmo *habitat* e itens alimentares com os camarões nativos e pode transmitir patógenos que trazem sérios riscos a crustáceos nativos (Loebmann *et al.*, 2010). Há ainda a atividade de aquicultura marinha para fins ornamentais, de espécies de interesse para aquarofilia. Em UC ocorre uma EEI introduzida inicialmente pela atividade, o peixe-leão (*Pterois volitans*). Essa espécie natural do Indo-Pacífico, que provavelmente foi introduzida no oceano Atlântico por meio de liberação intencional ou não intencional de aquários, pode causar mudanças deletérias nos ecossistemas dos recifes de coral através da predação de peixes e invertebrados nativos, bem como competição com outros predadores (Albins & Hixon, 2008). O cultivo de espécies exóticas em sistemas de aquários e o possível escape ou soltura intencional também contribuiu para a introdução e invasões em regiões fora de sua distribuição nativa (Semmens *et al.*, 2004).

Outro grupo associado à atividade de aquicultura são as plantas aquáticas cultivadas na atividade de algicultura e criações de macrófitas. Em UCs federais são registradas duas ocorrências de EEI, sendo uma alga marinha (*Caulerpa scalpelliformis*) e uma macrófita (*Hydrilla verticillata*), ambas associadas à criações para ornamentação de aquários. Além disso, ervas aquáticas flutuantes são usadas em atividades de aquicultura para purificação e oxigenação da água, como sistemas de tratamento de água e têm sua dispersão facilitada pelos vetores associados, como embarcações, cordas, redes e estruturas de apoio. As espécies exóticas da flora aquática podem alterar a integridade ecológica dos sistemas hídricos e a complexidade do *habitat*, alterando principalmente a abundância das espécies nativas de plantas aquáticas (Falcão & Széchy, 2005; Sousa, 2011; Thomsen *et al.*, 2016).

AMBIENTES DE MAIOR SUSCETIBILIDADE À INVASÃO

Os ambientes de maior suscetibilidade à invasão associada às atividades de aquicultura são os locais circundantes à produção, bem como áreas de descarga de efluentes, drenagens e canais. Esses ambientes são alterados pelo descarte de efluentes e também pelo fluxo de pessoas, embarcações e equipamentos,

sendo estes vetores de diversas EEIs. A alteração ambiental e possível degradação favorecem o estabelecimento de populações invasoras, aliadas à sensibilidade de espécies nativas às alterações de *habitat*, como diminuição de abrigos e refúgios e redução da heterogeneidade de *habitat* (Agostinho *et al.*, 2006).

Deve-se observar as características de cada espécie cultivada para definir os ambientes mais suscetíveis. Espécies sésseis, por exemplo, ao escaparem da área de cultivo, por dispersão de propágulos ou vetores associados, irão se fixar em substratos consolidados naturais e artificiais próximos ao cultivo, principalmente em estacas, estruturas de ancoragem, redes, cordas e boias de sinalização.

Os sistemas hídricos são, em geral, conectados com todas as suas partes e subsistemas, da nascente à foz, das lagoas ao canal principal. Assim, uma introdução em uma determinada localidade, mesmo em instalações de confinamento, cria a oportunidade para dispersão dessas espécies cultivadas por regiões a montante e a jusante do sistema hídrico todo (Agostinho *et al.*, 2006). A partir dos tanques de cultivo, as espécies podem se dispersar para os corpos d'água próximos e utilizá-los como corredores para atingir *habitat* nativos (GISD, 2021). Indivíduos de rã-touro (*Lithobates catesbeianus*), por exemplo, são encontrados em corpos d'água localizados próximos aos ranários em operação e ranários inoperantes (Latini *et al.*, 2016). O Brasil e a Argentina são os países com maior extensão de invasão por rã-touro na América do Sul. As regiões sudeste e sul do Brasil, que incluem áreas de Mata Atlântica com elevada diversidade de anfíbios, são consideradas especialmente sensíveis, pois apresentam condições climáticas que favorecem o estabelecimento e a dispersão de rã-touro (Giovanelli *et al.* 2008).

O aumento da pressão de propágulos causado por atividades de aquicultura ao redor dos corpos d'água amostrados intensifica a introdução da tilápia *Oreochromis niloticus* em ambientes naturais e impulsiona seu estabelecimento, evidenciando a facilidade de escape, sobrevivência, reprodução e estabelecimento da espécie (Forneck *et al.*, 2021; Charvet *et al.*, 2021), além da dispersão de parasitas específicos dos invasores para fauna nativa (Garcia *et al.*, 2019).

O escape das espécies exóticas cultivadas é causado, em geral, por falha de equipamentos e estruturas de contenção, erros operacionais durante o manejo, ataques de predadores e eventos climáticos.



©Marcelo F. Junior / Shutterstock

MEDIDAS PREVENTIVAS (PROGRAMA DE PREVENÇÃO)

Algumas medidas de mitigação dos impactos potenciais quando da utilização de espécies exóticas em aquicultura e carcinicultura são indicadas na Resolução Conama nº 413/2009 (Brasil, 2009b) e Conama nº 312/2002 (Brasil, 2002), respectivamente. Medidas relacionadas a prevenção, controle e erradicação de doenças nos sistemas de produção de animais aquáticos podem ser consultadas nas normas e manuais em Sanidade de Animais Aquáticos (Brasil, 2021). Porém, é necessário complementar essas medidas já estabelecidas e abordar situações pertinentes a prevenção de invasão, a fim de orientar e auxiliar a equipe gestora da UC na identificação prévia dos possíveis riscos e impactos associados a atividade, quando implementada na UC ou em sua ZA ou em áreas próximas e ambientes conectados.

O escape de indivíduos a partir da aquicultura e disseminação de doenças é recorrente, portanto, a forma mais efetiva de prevenção é que empreendimentos localizados dentro ou no entorno de UCs não contemplem o uso de EEIs com alto potencial de causar impactos à biodiversidade nativa da área protegida (como as espécies citadas neste Capítulo). As restrições de criação de espécies exóticas nas UCs e em suas ZAs devem estar estabelecidas em plano de manejo da UC ou na legislação vigente. No entanto, quando não for possível evitar o uso dessas espécies na criação, recomenda-se a adoção de medidas de prevenção e contenção para reduzir a dispersão e impactos associados. Desta forma, as medidas aqui sugeridas visam evitar que criadouros de espécies exóticas aquáticas tenham escape de indivíduos ou doenças que possam atingir as regiões da UC e suas ZAs.

Logo, as estratégias para prevenir a invasão associada a atividades de aquicultura apresentadas a seguir são voltadas, em geral, para a instalação e as estruturas de contenção do empreendimento, a operação e as práticas de manejo, monitoramento e planejamento em caso de escape, além da capacitação dos funcionários. As estratégias operacionais, quando aliadas às estratégias estruturais, são eficazes e também podem oferecer retorno positivo ao empreendedor ao minimizar o escape das espécies e evitar doenças. Porém, deve-se reconhecer que sempre haverá o risco de escape e incidência de patógenos. O entendimento sobre como as espécies exóticas escapam ou são acidentalmente liberadas auxilia na escolha de melhores métodos de contenção e estratégias operacionais (Hill *et al.*, 2016; Nobile *et al.*, 2020).

A seguir, são sugeridas medidas de prevenção à invasão biológica de aquicultura a ser implementada na ZA ou dentro da própria UC, quando possível a implantação desta atividade de acordo com a legislação vigente ou plano de manejo. Durante o processo de elaboração ou revisão do plano de manejo da UC recomenda-se avaliar e indicar possíveis restrições do cultivo de espécies exóticas em seu interior ou ZA, principalmente em instalações construídas em meio aquático, incluindo para aquelas espécies exóticas já detectadas na bacia hidrográfica ou região. A presença de uma espécie exótica em um sistema não indica, necessariamente, seu estabelecimento, podendo estar ainda nos estágios iniciais da invasão. Mesmo em casos em que a espécie está no local ou amplamente estabelecida, deve-se considerar que a elevada pressão de propágulos (ou seja, maior número de indivíduos introduzidos e maior frequência de introdução) aumentará a população invasora e impactos relacionados, como a disseminação de patógenos, além de tornar o ecossistema progressivamente instável. Além disso, deve-se considerar que as instalações terrestres de empreendimento de piscicultura, como tanques, viveiros e reservatórios, podem fornecer oportunidades e ambientes potenciais para expansão de outras EEIs de fauna, como a *Lithobates catesbeianus* (rã-touro).

Para a elaboração das medidas de prevenção associada às atividades de aquicultura, foram consultados documentos nacionais, como o Plano Nacional de Prevenção, Controle e Monitoramento do Mexilhão-

-dourado (*Limnoperna fortunei*) no Brasil (Ibama, 2020) e internacionais, em especial, um documento que tem o apoio do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos e que apresenta abordagens comuns e melhores práticas de gestão de aquiculturas (Nichols, 2018), documentos que orientam o uso de espécies exóticas na aquicultura (UNEP *et al.*, 2014a; Hewitt *et al.*, 2006) e o manual de melhores práticas de manejo da aquicultura do governo da Flórida (FDACS, 2016; Hill *et al.*, 2016). Essas medidas foram fruto de oficinas de trabalho e consulta a especialistas e passaram por adaptações e inclusão de novas medidas, de acordo com cada ambiente, para atender às peculiaridades do processo de gestão das UCs e elas podem ser adaptadas de acordo com cada empreendimento, espécie e UC. A seguir, as medidas são apresentadas separadas em cinco temas e conforme cada tipo de ambiente (aquático continental e marinho).

MEDIDAS DE PREVENÇÃO À INVASÃO BIOLÓGICA ASSOCIADA ÀS ATIVIDADES DE AQUICULTURA EM AMBIENTE AQUÁTICO CONTINENTAL

Instalação do empreendimento e estruturas de contenção

- Evitar, quando possível e após análise, a criação de organismos exóticos em ZA e no entorno imediato da UC. Deve-se observar que a instalação de novos empreendimentos com EEIs é restrita dentro de UCs de determinadas categorias, conforme a Lei n.º 9.985/2000 (Brasil, 2000) e o ICMBio pode analisar e avaliar tecnicamente os impactos que as atividades ou empreendimentos venham a causar, conforme a Instrução Normativa ICMBio nº 10/2020 (Brasil 2020). A implementação da atividade de aquicultura pode ser vedada em alguns casos, de acordo com a legislação específica vigente e plano de manejo da UC, quando houver.
- Proibir a implantação de instalações em bases terrestres nas áreas sujeitas a inundações e alagamentos, bem como obras que levem à conexão de bacias hidrográficas isoladas, e próximas a nascentes, banhados ou áreas úmidas, riachos de até terceira ordem e em regiões de manguezal.
- As atividades de movimentação de solo, manejo de plantas, manutenção e movimentação de máquinas, construção civil e plantio de vegetação devem adotar as medidas de prevenção à invasão biológica indicadas no Capítulo 5 deste Guia.
- Para instalações terrestres, apresentar um programa de construção e conservação das instalações do empreendimento, contendo: 1) descrição da estrutura utilizada e posicionamento dessas estruturas; 2) comprovação que a estrutura utilizada impeça a escape de indivíduos e predação por aves e outros animais, conforme observações abaixo; 3) cronograma de ações com previsão da periodicidade das vistorias para diagnóstico de reparo, considerando falhas operacionais, danos causados por outros organismos e eventos climáticos, cotidianos ou adversos e 4) cronograma de elaboração de relatórios de vistoria e das ações de reparo que foram tomadas, com detalhamento dos procedimentos.
- Observações:
 - 1) Devem ser implantados filtros ou estruturas que impeçam a dispersão de parasitas, ovos, larvas juvenis e adultos, em tubos de escoamento usados em sistemas de circulação de água, em comporta de drenagem, canais, no vertedouro e em quaisquer outros pontos de entrada e saída de água.
 - 2) Barreiras de contenção devem ser construídas considerando que o solo e o revestimento utilizados devem evitar erosão e, para a definição da altura mínima do ponto mais baixo da barreira ou dique, deve-se avaliar o maior nível de inundação em 100 anos.

- 3) Nas instalações de cultivo de espécies exóticas que podem rastejar ou escavar, deve-se implementar uma barreira de contenção fixada a pelo menos 20cm abaixo do nível do solo para evitar fuga por escavação ou erosão. Barreiras de contenção devem ser construídas de material sólido inerte, ou equivalente, e material de malha não deve ser usado, e a profundidade deve ser definida de acordo com características da espécie.
 - 4) Em instalações escavadas deve-se implementar uma barreira de contenção fixada a pelo menos 20cm abaixo do nível do solo e uma barreira lateral ao redor do tanque para evitar escape por escavação ou erosão. Barreiras de contenção devem ser construídas de material sólido, ou equivalente, e material de malha não deve ser usado. Deve-se evitar o cultivo de espécies bioturbadoras em tanque escavado.
 - 5) As instalações devem ser projetadas para proteger contra a danificação e a predação de aves e outros animais, com métodos que não afetam adversamente o meio ambiente e/ou espécies nativas. Impedir a predação é importante para a prevenção de introduções e dispersão. Métodos como instalações de redes e gaiolas na superfície devem observar impactos a aves mergulhadoras.
 - 6) Devem ser descritos os métodos e ações de contenção empregados nas etapas de manutenção, transporte e manejo para evitar o escape de todas as fases da vida de espécies exóticas cultivadas. Qualquer proposta de método de contenção, que não afete adversamente o meio ambiente e/ou espécies nativas, e que efetivamente impeça o escape dessas espécies pode ser utilizado. O bem estar animal dos organismos cultivados também deve ser considerado na proposta de método de contenção.
 - 7) A utilização de um modelo tecnológico de produção e uso e tratamento da água em sistemas fechados, que não necessitam de ligação com cursos d'água ou ambiente adjacente, deve ser priorizada. Essa alternativa tecnológica de aquicultura possui avaliação considerada como baixo potencial de causar impactos ambientais negativos, uma vez que utiliza sistema fechado. É uma potencial escolha ambientalmente sustentável para implementação em comparação com os sistemas que utilizam tanques redes ou tanques escavados, onde a possibilidade de escape é alta.
 - 8) Nas medidas propostas deve-se considerar eventos de calamidade pública e desastres ambientais que podem causar danos nas estruturas de contenção e possível escape das espécies dos empreendimentos.
- Para instalações aquáticas, apresentar um Programa de Instalação e Manutenção das Instalações contendo: 1) descrição da estrutura utilizada e posicionamento dessas estruturas; 2) comprovação que a estrutura utilizada impeça o escape de indivíduos e predação por aves e outros animais, conforme observações abaixo; 3) cronograma de ações com previsão da periodicidade das vistorias para diagnóstico de reparo, considerando falhas operacionais, danos causados por outros organismos e eventos climáticos cotidianos e adversos e 4) cronograma de elaboração de relatórios de vistoria e das ações de reparo tomadas, com detalhamento dos procedimentos.
 - Observações:
 - 1) As instalações devem ser projetadas para proteger contra a danificação e a predação de aves e outros animais, com métodos que não afetam adversamente o meio ambiente e/ou espécies nativas. Impedir a predação é importante para a prevenção de introduções. Métodos como instalações de redes e gaiolas na superfície devem observar impactos a aves mergulha-

doras e as instalações no ambiente aquático podem ser danificadas por outros organismos.

2) Descrever os métodos e ações de contenção empregados nas etapas de manutenção, transporte e manejo para evitar o escape de todas as fases da vida de espécies exóticas cultivadas. Qualquer proposta de método de contenção, que não afete adversamente o meio ambiente e/ou espécies nativa, e que efetivamente impeça o escape dessas espécies pode ser utilizado. O bem estar animal dos organismos cultivados também deve ser considerado na proposta de método de contenção.

- Exigir, sempre que possível, a retirada ou controle de outras EEIs que são associadas ao empreendimento ou suas instalações, quando houver relação conforme observações abaixo.
 - Observações:
 - 1) A exigência de retirada ou controle de EEIs pode ser realizada através da Autorização para o Licenciamento Ambiental (ALA), em caso de diagnóstico prévio de EEI associada, ou na revisão e retificação da ALA, quando há um diagnóstico posterior de EEI associada. Neste caso, pode-se incluir a retirada de EEI associada ao empreendimento como uma nova condição.
 - 2) As instalações do empreendimento, como tanques e reservatórios, podem fornecer oportunidades potenciais para expansão de outra EEI de fauna, facilitando o processo de invasão. Quando houver risco de invasão de uma EEI, indicada em estudo ambiental prévio como impacto potencial, deve-se exigir um programa de monitoramento que contemple também essa espécie. A remoção de EEI associada só será exigida quando o programa de monitoramento relativo ao caso potencial indicar que a criação beneficia a expansão dessa EEI para áreas onde antes não havia ocorrência.
- Observar uma distância mínima entre a área de cultivo de espécies exóticas e *habitat* protegidos por legislação específica, que deve ser determinada de acordo com estudo ambiental prévio, conforme plano de manejo ou norma vigente.
 - Observação: Essa distância deve visar estabelecer uma zona de proteção contra EEIs cultivadas ou outras espécies cuja dispersão possa ser facilitada pelo empreendimento. A zona de proteção deve ser proposta considerando também as peculiaridades espaciais e estruturais da área física e condições hidrológicas envolvidas.
- Tratar efluentes ou descarte de água de produção de forma que inviabilize a presença de plantas aquáticas, ovos, patógenos vetores de doenças, larvas, filhotes e indivíduos adultos de EEIs no lançamento de água em ambiente fora do local de cultivo. A saída de efluentes do estabelecimento só poderá ser realizada se houver sistema de tratamento e desinfecção da água, comprovadamente eficiente para evitar a dispersão de EEIs.
 - Observação: O lançamento de efluente deve atender os padrões fixados pela Resolução Conama nº 357/2005 (Brasil, 2005) alterada pelas Resoluções nº 370/2006 (Brasil, 2006), nº 397/2008 (Brasil, 2008b), nº 410/2009 (Brasil, 2009a), nº 430/2011 (Brasil, 2011) e complementada pela Resolução nº 393/2007 (Brasil, 2007), observando impactos na bacia hidrográfica que possam afetar a UC.
- Utilizar indivíduos estéreis ou de um único sexo (macho ou fêmea), se possível. As instalações devem manter a documentação comprobatória (ex.: declaração do fornecedor, nota fiscal, ou outros) de esterilidade ou sexagem e que identifique a origem de todos os ovos, alevinos, jovens ou adultos.
 - Observação: Deve-se observar os critérios e legislação específica referente ao licenciamento ambiental do laboratório de origem, conforme a Resolução Conama nº 413/2009 (Brasil, 2009b).

- Embarcações, equipamentos e estruturas utilizadas nas atividades de aquicultura devem adotar as medidas de prevenção à invasão associada às atividades de operação de portos e navegação indicadas nos Capítulos 2 e 3 deste Guia.

Operação do empreendimento e práticas de manejo

- Realizar inspeção e vistoria em lotes novos antes da liberação nas instalações de cultivo ou exigir da empresa responsável pela venda do lote, a documentação que comprove a inexistência de outra espécie exótica, considerada patógeno ou não, além daquela que está sendo cultivada, contaminando o lote. Em caso de detecção, deve-se realizar a eutanásia para evitar invasões.
 - Observações:
 - 1) Lotes podem estar contaminados com espécie exótica devido a confusões na identificação da espécie ou práticas de manejo inadequadas.
 - 2) Lotes podem estar contaminadas com fungos, vírus e outros parasitas que ocasionam doenças e mortalidade de espécies nativas.
 - 3) Se possível, deve-se comunicar os responsáveis pelo lote sobre a contaminação para evitar a propagação da espécie exótica em outros ambientes, ainda que fora de UC.
- Organismos, em qualquer etapa do ciclo de vida, adquiridos de lotes importados ou provenientes de outras regiões do país devem passar por procedimentos de quarentena/isolamento ou desinfecção, por meio de medidas efetivas para identificação de patógenos, antes de serem liberados nos sistemas de cultivo. O efluente gerado durante a quarentena deve ser tratado seguindo os preceitos de química ambiental com comprovação de eficácia e conforme legislação específica.
 - Observações:
 - 1) Essa medida visa evitar a possibilidade de introdução de espécies exóticas de patógenos em ambiente natural.
 - 2) Deve-se observar legislação específica sobre sanidade de animais aquáticos, por exemplo, a Instrução normativa MAPA nº 04/2015 (Brasil, 2015) e suas alterações, implementa o Programa Aquicultura com Sanidade que define ações visando à prevenção, controle e erradicação de doenças nos sistemas de produção de animais aquáticos.
- Em caso de doença ou patógeno detectado nos cultivos, os reservatórios não devem ser drenados sem tratamento adequado.
 - Observações:
 - 1) Quarentenas e métodos de controle sanitário rigoroso, bem como monitoramentos periódicos da qualidade sanitária dos efluentes e de tanques de cultivo são necessários, conforme legislação vigente e devem estar explicitados no programa de instalação e manutenção das instalações.
 - 2) Deve-se observar legislação específica sobre sanidade de animais aquáticos, por exemplo, a Instrução normativa MAPA nº 04/2015 (Brasil, 2015) e suas alterações, implementa o Programa Aquicultura com Sanidade que define ações visando à prevenção, controle e erradicação de doenças nos sistemas de produção de animais aquáticos.
- Evitar a utilização de espécies exóticas como isca viva ou alimento vivo nas atividades de aquicultura em UC ou ZA. No caso de utilização, deve-se apresentar programa de contingência referente a espécie exótica utilizada como isca viva ou alimento vivo e observar legislação vigente.
- Alimento vivo oriundo de laboratórios e outras criações devem apresentar documentação que comprovem a ausência de espécies exóticas contaminando o lote.

- Os animais mortos e detritos que são coletados durante a manutenção das instalações deverão ser descartados de forma responsável, conforme legislação vigente, por métodos que inviabilizem o material biológico para evitar invasões.
- Apresentar programa de desativação e recuperação em atividades de desinstalações de tanques e outras estruturas de produção, contemplando a garantia de destinação ou descarte de EEs cultivadas de forma a evitar a liberação na natureza ou escape.
 - Observação: A Resolução Conama nº 413/2009, em seu art. 21, estabelece que no encerramento das atividades de aquicultura deverá ser apresentado ao órgão ambiental um Plano de Desativação e Recuperação, com cronograma de execução (Brasil, 2009b).
- Realizar a limpeza periódica de tanques-rede depois da despesca, para remoção de espécies exóticas não cultivadas, especialmente as incrustantes. O procedimento de limpeza e remoção deve ser feito fora da água, em distância segura das margens do manancial para que não ocorram novas contaminações, garantindo a contenção de resíduos, a destinação ou disposição final adequada, a contenção das estruturas reprodutivas e a contenção dos fragmentos.
- Realizar inspeção e limpeza de equipamentos e estruturas utilizados diretamente nas atividades ou em contato com indivíduos sempre que transportados para fora da área de cultivo, especialmente quando transportados via terrestre para outra bacia hidrográfica.

Operação e Manejo da espécie exótica utilizada na criação

- Apresentar programa de contenção, contendo minimamente: 1) avaliação de risco de invasão biológica para cada espécie exótica cultivada; 2) procedimentos específicos empregados para cada situação de escape; 3) protocolo de resposta rápida em caso de escape de espécies dos cultivos e no contexto de cada empreendimento, conforme observações abaixo e 4) laudo sanitário atestando a ausência de patógenos e parasitas das EEs e água.
 - Observações:
 - 1) Apresentar avaliação de risco de invasão biológica para cada espécie exótica cultivada, contendo minimamente: (a) a probabilidade de escape de organismos, em qualquer estágio de seu ciclo de vida, abordando as principais causas de escape (falha de equipamento, erros operacionais, intempéries e ataques de predadores); (b) a probabilidade de estabelecimento e disseminação da espécie; (c) os impactos do estabelecimento e disseminação das espécies sobre a biodiversidade, incluindo a hibridização com espécies nativas levando à perda da diversidade genética e possíveis impactos em outras atividades de produção e na saúde humana; (d) o risco de disseminação de patógenos e parasitas; (e) principais vias e vetores de dispersão dos propágulos e (f) ambientes preferenciais para estabelecimento.
 - 2) O protocolo de resposta rápida deve apresentar os procedimentos de recuperação e captura da espécie cultivada e medidas de erradicação. O empreendimento deve ter equipamentos e equipe treinada para garantir uma resposta imediata a um incidente ou risco de invasão.
 - 3) A descrição de métodos de controle para evitar o escape e técnicas de contingenciamento para controle de pragas e doenças nos cultivos é exigido pela Resolução Conama nº 413/2009 (Brasil, 2009b), no momento da solicitação de licenciamento ambiental do empreendimento aquícola. O programa de contenção deve ser atualizado periodicamente, conforme critérios definidos pelo órgão licenciador ou na autorização do ICMBio.

Monitoramento e detecção precoce de espécies exóticas

- Apresentar programa de monitoramento e detecção precoce, contemplando minimamente o monitoramento para detectar a provável ocorrência da espécie cultivada em: 1) áreas de descarga de água e qualquer ponto de entrada ou saída de água, quando houver; 2) zonas de segurança ou áreas circundantes e estruturas associadas e 3) áreas detectadas como sensíveis a invasão pelo estudo ambiental. As ações previstas no programa devem ter periodicidade mínima trimestral de acordo com a sazonalidade local, se necessário pode-se exigir outros parâmetros e periodicidade.
- Observações:
 - 1) Programa de Monitoramento Ambiental é exigido no Anexo VI da Resolução Conama nº 413/2009 (Brasil, 2009b) e art. 12, Anexo III da Resolução Conama nº 312/2002 (Brasil, 2002), para atividades de aquicultura e carcinicultura, respectivamente.
 - 2) O monitoramento deve-se concentrar em áreas que são ambientalmente suscetíveis a invasão pela espécie exótica, de acordo com a análise de risco da espécie, e áreas onde há fluxo de mercadorias, maquinários, veículos e pessoas como rotas de navegação e portos associados a atividades de aquicultura. Boias, poitas, cordas, âncoras e estacas de fixação pertencentes ao empreendimento também devem ser monitoradas a fim de detectar EEIs incrustantes.
- Comunicar ao gestor da UC o mais rápido possível, preferencialmente em até 24h, sobre qualquer escape de uma espécie criada ou a ocorrência de doenças ou patógenos em criações. É importante informar o local do escape, a forma como ocorreu e o número aproximado de organismos envolvidos.

Capacitação sobre espécies exóticas e invasões biológicas

- Apresentar um programa de capacitação envolvendo os profissionais e equipes das atividades contendo: (1) ações de educação ambiental para esclarecer sobre o impacto de EEI cultivada; (2) listagens e materiais, preferencialmente ilustrados, sobre outras EEIs comuns na região ou no estado, para identificar e informar a ocorrência da espécie no local da atividade; (3) capacitação na identificação da espécie cultivada em suas diferentes fases e observando dimorfismo sexual e etário; (4) capacitação na identificação de doenças e patógenos potenciais às EEIs; (5) treinamentos e simulações periódicas no programa de contenção e (6) aplicação de métodos de controle e erradicação.
- Observação: Se possível, contemplar a capacitação de comunidades ao redor, especialmente ribeirinhos e pescadores, visando auxiliar na identificação de escape da espécie cultivada e detecção precoce de outras espécies exóticas.

MEDIDAS DE PREVENÇÃO À INVASÃO BIOLÓGICA ASSOCIADA ÀS ATIVIDADES DE AQUICULTURA EM AMBIENTE MARINHO

Instalação do empreendimento e estruturas de contenção

- Evitar, quando possível e após análise, a criação de organismos exóticos em ZA e no entorno imediato da UC. Deve-se observar que a instalação de novos empreendimentos com EEIs é restrita dentro de UC de determinadas categorias, conforme a Lei n.º 9.985/2000 (Brasil, 2000), e o ICMBio pode analisar e avaliar tecnicamente os impactos que as atividades ou empreendimentos venham a causar, conforme a Instrução Normativa ICMBio nº 10/2020 (Brasil, 2020). A

implementação da atividade de aquicultura pode ser vedada em alguns casos, de acordo com a legislação específica vigente e plano de manejo da UC, quando houver.

- Restringir a implantação de instalações construídas em bases terrestres nas zonas entre marés e em áreas naturalmente sujeitas a inundações e alagamentos e obras que levem à conexão de bacias hidrográficas isoladas.
- As atividades de movimentação de solo, manejo de plantas, manutenção e movimentação de máquinas, construções civis e plantio de vegetação devem adotar as medidas de prevenção a invasão biológica indicadas no Capítulo 5 deste Guia.
- Para instalações terrestres, apresentar um programa de construção/conservação das instalações do empreendimento, contendo: 1) descrição da estrutura utilizada e posicionamento dessas estruturas; 2) comprovação que a estrutura utilizada impeça a escape de indivíduos e predação por aves e outros animais, conforme observações; 3) cronograma de ações com previsão da periodicidade das vistorias para diagnóstico de reparo, considerando falhas operacionais, danos causados por outros organismos e eventos climáticos cotidianos e adversos e 4) cronograma de elaboração de relatórios de vistoria e das ações de reparo que foram tomadas, com detalhamento dos procedimentos.
- Observações:
 - 1) Implantar filtros ou estruturas que impeçam a dispersão de ovos, larvas, juvenis e adultos, em tubos de escoamento usados em sistemas de circulação de água, em comporta de drenagem, canais, no vertedouro e em quaisquer outros pontos de entrada e saída de água.
 - 2) Construir barreiras de contenção considerando que o solo e revestimento utilizados devem evitar erosão e, para a definição da altura mínima do ponto mais baixo da barreira ou dique, deve-se avaliar o maior nível de inundação em 100 anos.
 - 3) Nas instalações de cultivo de espécies exóticas que podem rastejar ou escavar, deve-se implementar uma barreira de contenção fixada a pelo menos 20cm abaixo do nível do solo para evitar escape por escavação ou erosão. Barreiras de contenção devem ser construídas de material sólido, ou equivalente, e material de malha não deve ser usado, e a profundidade deve ser definida de acordo com características da espécie.
 - 4) Em instalações escavadas deve-se implementar uma barreira de contenção fixada a pelo menos 20cm abaixo do nível do solo e uma barreira ao redor do tanque para evitar escape por escavação ou erosão. Barreiras de contenção devem ser construídas de material sólido, ou equivalente, e material de malha não deve ser usado. Evitar o cultivo de espécies bioturbadoras em tanque escavado.
 - 5) As instalações devem ser projetadas para proteger contra a danificação e a predação de aves e outros animais, com métodos que não afetem adversamente o meio ambiente e/ou espécies nativas. Impedir a predação é importante para a prevenção de introduções e dispersão. Métodos como instalações de redes e gaiolas na superfície devem observar impactos a aves mergulhadoras.
 - 6) Descrever os métodos e ações de contenção empregados nas etapas de manutenção, transporte e manejo para evitar o escape de todas as fases da vida de espécies exóticas cultivadas. Qualquer proposta de método de contenção, que não afete adversamente o meio ambiente e/ou espécies nativas e que efetivamente impeça o escape dessas espécies pode ser utilizado. O bem estar animal dos organismos cultivados também deve ser considerado na proposta de método de contenção.

- 7) Nas medidas propostas deve-se considerar eventos de calamidade pública e desastres ambientais que podem causar danos nas estruturas de contenção e possível escape das espécies dos empreendimentos.
- Para instalações aquáticas, apresentar um programa de instalação e manutenção das instalações contendo: 1) descrição da estrutura utilizada e posicionamento dessas estruturas; 2) comprovação que a estrutura utilizada impeça o escape de indivíduos e predação por aves e outros animais, conforme observação; 3) cronograma de ações com previsão da periodicidade das vistorias para diagnóstico de reparo, considerando falhas operacionais, danos causados por outros organismos e eventos climáticos cotidianos e adversos e 4) cronograma de elaboração de relatórios de vistoria e das ações de reparo que foram tomadas, com detalhamento dos procedimentos.
 - Observações:
 - 1) As instalações devem ser projetadas para proteger contra a danificação e a predação de aves, tubarões e outros animais, com métodos que não afetam adversamente o meio ambiente e/ou espécies nativas. Impedir a predação é importante para a prevenção de introduções e dispersão. Métodos como instalações de redes e gaiolas na superfície devem observar impactos a aves mergulhadoras e as instalações no ambiente aquático podem ser danificadas por outros organismos.
 - 2) Descrever os métodos e ações de contenção empregados nas etapas de manutenção, transporte e manejo para evitar o escape de todas as fases da vida de espécies exóticas cultivadas. Qualquer proposta de método de contenção, que não afete adversamente o meio ambiente e/ou espécies nativas, e que efetivamente impeça o escape dessas espécies pode ser utilizado. O bem estar animal dos organismos cultivados também deve ser considerado na proposta de método de contenção.
 - 3) As instalações devem ser projetadas para resistir a danificação resultante de eventos oceanográfico e climáticas extremos.
 - Observar uma distância mínima entre a área de cultivo de espécies exóticas e *habitat* protegidos por legislação específica, que deve ser determinada de acordo com estudo ambiental prévio, conforme plano de manejo ou norma vigente.
 - Observação: Essa distância visa estabelecer uma zona de proteção contra EEs cultivadas ou outras espécies cuja dispersão possa ser facilitada pelo empreendimento.
 - Tratar efluentes ou descarte de água de produção de forma que inviabilize a presença de plantas aquáticas, ovos, patógenos vetores de doenças, larvas, filhotes e indivíduos adultos de EEs no lançamento de água em ambiente fora do local de cultivo. A saída de efluentes do estabelecimento só poderá ser realizada se houver sistema de tratamento e desinfecção da água, comprovadamente eficiente para evitar a dispersão de EEs.
 - Observação: O lançamento de efluente deve atender os padrões fixados pela Resolução Conama nº 357/2005 (Brasil, 2005), alterada pelas Resoluções nº 370/2006 (Brasil, 2006); nº 397/2008 (Brasil, 2008b); nº 410/2009 (Brasil, 2009a), nº 430/2011 (Brasil, 2011) e complementada pela Resolução nº 393/2007 (Brasil, 2007), observando impactos na bacia hidrográfica que possam afetar a UC.

- Utilizar indivíduos estéreis ou de um único sexo (macho ou fêmea), se possível. As instalações devem manter a documentação comprobatória (ex.: declaração do fornecedor, nota fiscal, ou outros) de esterilidade ou sexagem e que identifique a origem de todos os ovos, alevinos, jovens ou adultos.
- Embarcações, equipamentos e estruturas utilizadas nas atividades de aquicultura devem adotar as medidas de prevenção a invasão associada às atividades de operação de portos e navegação indicadas nos Capítulos 2 e 3 deste Guia.

Operação do empreendimento e práticas de manejo

- Realizar inspeção e vistoria em lotes antes da liberação nas instalações de cultivo ou exigir da empresa responsável pela venda do lote, a documentação que comprove a inexistência de outra espécie exótica, além daquela que está sendo cultivada, contaminando o lote. Em caso de detecção, deve-se realizar a eutanásia para evitar invasões.
 - Observações:
 - 1) Lotes podem estar contaminados com espécie exótica devido a confusões na identificação da espécie ou práticas de manejo inadequadas.
 - 2) Se possível, deve-se comunicar os responsáveis pelo lote sobre a contaminação para evitar a propagação da espécie exótica em outros ambientes, ainda que fora de UC.
- Organismos, em qualquer etapa do ciclo de vida, adquiridos de lotes importados ou provenientes de outras regiões do país devem passar por procedimentos de quarentena/isolamento ou desinfecção antes de serem liberados nos sistemas de cultivo; e o efluente gerado durante a quarentena deve ser tratado.
 - Observações:
 - 1) Essa medida visa evitar a possibilidade de introdução de espécies exóticas de patógenos em ambiente natural.
 - 2) Deve-se observar legislação específica sobre sanidade de animais aquáticos, por exemplo, a Instrução normativa MPA nº 04/2015 (Brasil, 2015) e suas alterações, que implementa o Programa Aquicultura com Sanidade e define ações visando à prevenção, controle e erradicação de doenças nos sistemas de produção de animais aquáticos.
- Em caso de doença ou patógeno detectado nos cultivos, os reservatórios não devem ser drenados sem tratamento adequado, conforme legislação vigente.
 - Observação: Deve-se observar legislação específica sobre sanidade de animais aquáticos, por exemplo, a Instrução Normativa MPA nº 04/2015 (Brasil, 2015) e suas alterações, que implementa o Programa Aquicultura com Sanidade e define ações visando à prevenção, controle e erradicação de doenças nos sistemas de produção de animais aquáticos.
- Evitar a utilização de espécies exóticas como isca viva ou alimento vivo nas atividades de aquicultura. No caso de utilização, permitida pela legislação vigente, deve-se apresentar programa de contingência referente a espécie exótica utilizada como isca viva ou alimento vivo.
- Alimento vivo oriundo de laboratórios e outras criações devem apresentar documentação que comprovem a ausência de espécies exóticas contaminando o lote.
- Os animais mortos e detritos que são coletados durante a manutenção das instalações deverão ser descartados de forma responsável, conforme legislação vigente, e por métodos que inviabilizem o material biológico para evitar invasões.

- Apresentar programa de desativação e recuperação em atividades de desinstalações de tanques e outras estruturas de produção, contemplando a garantia de destinação ou descarte de EEIs cultivadas de forma a evitar a liberação na natureza ou escape.
 - Observação: Deve-se observar que o art. 21 da Resolução Conama nº 413/2009 (Brasil, 2009b) estabelece que, no encerramento das atividades de aquicultura, deverá ser apresentado ao órgão ambiental um plano de desativação e recuperação, com cronograma de execução.
- Realizar a limpeza periódica de tanques-rede depois da despesca, para remoção de espécies exóticas não cultivadas, especialmente as incrustantes. O procedimento de limpeza e remoção deve ser feito fora da água para que não ocorram novas contaminações, garantindo a contenção de resíduos, a destinação ou disposição final adequado, a contenção das estruturas reprodutivas e a contenção dos fragmentos.
- Realizar inspeção e limpeza de equipamentos e estruturas utilizados diretamente nas atividades ou em contato com indivíduos sempre que transportados para fora da área de cultivo.

Operação e Manejo da espécie exótica utilizada na criação

- Apresentar programa de contenção, contendo minimamente: 1) avaliação de risco de invasão biológica para cada espécie exótica cultivada; 2) procedimentos específicos empregados para cada situação de escape; e 3) protocolo de resposta rápida em caso de escape de espécies dos cultivos e no contexto de cada empreendimento, conforme observações abaixo; 4) laudo sanitário atestando a ausência de patógenos e parasitas das EEIs e água.
 - Observações:
 - 1) Apresentar avaliação de risco de invasão biológica para cada espécie exótica cultivada, contendo minimamente: (a) a probabilidade de escape de organismos, em qualquer estágio de seu ciclo de vida, abordando as principais causas de escape (falha de equipamento, erros operacionais, intempéries e ataques de predadores); (b) a probabilidade de estabelecimento e disseminação da espécie; (c) os impactos do estabelecimento e disseminação das espécies sobre a biodiversidade, incluindo a hibridização com espécies nativas levando à perda da diversidade genética e possíveis impactos em outras atividades de produção e na saúde humana; (d) o risco de disseminação de patógenos e parasitas; (e) principais vias e vetores de dispersão dos propágulos e (f) ambientes preferenciais para estabelecimento.
 - 2) O protocolo de resposta rápida deve apresentar os procedimentos de recuperação e captura da espécie cultivada e medidas de erradicação. O empreendimento deve ter equipamentos e equipe treinada para garantir uma resposta imediata a um incidente ou risco de invasão.
 - 3) A descrição de métodos de controle para evitar o escape e técnicas de contingenciamento para controle de pragas e doenças nos cultivos é exigido pela Resolução Conama nº 413/2009 (Brasil, 2009b), no momento da solicitação de licenciamento ambiental do empreendimento aquícola. O Programa de Contenção deve ser atualizada periodicamente, conforme critérios definidos pelo órgão licenciador ou na autorização do ICMBio.

Monitoramento e detecção precoce de espécies exóticas

- Apresentar programa de monitoramento e detecção precoce, contemplando minimamente o monitoramento para detectar a provável ocorrência da espécie cultivada em: 1) áreas de descarga de

água e qualquer ponto de entrada ou saída de água, quando houver; 2) zonas de segurança ou áreas circundantes e estruturas associadas e 3) áreas detectadas como sensíveis a invasão pelo estudo ambiental. As ações previstas no programa devem ter periodicidade mínima trimestral de acordo com a sazonalidade local, se necessário pode-se exigir outros parâmetros e periodicidade.

- Observações:

- 1) Plano de Monitoramento Ambiental é exigido no Anexo VI da Resolução Conama nº 413/2009 (Brasil, 2009b) e no art. 12, Anexo III da Resolução Conama nº 312/2002 (Brasil, 2002), para atividades de aquicultura e carcinicultura, respectivamente.

- 2) O monitoramento deve-se concentrar em áreas que são ambientalmente suscetíveis a invasão pela espécie exótica, de acordo com a análise de risco da espécie, e áreas onde há fluxo de mercadorias, maquinários, veículos e pessoas como rotas de navegação e portos associados a atividades de aquicultura. Boias, poitas, cordas, âncoras e estacas de fixação pertencentes ao empreendimento também devem ser monitoradas a fim de detectar EEIs incrustantes.

- Comunicar ao gestor da UC o mais rápido possível, preferencialmente em até 24h, sobre qualquer escape de uma espécie criada ou a ocorrência de doenças ou patógenos em criações. É importante informar o local do escape, a forma como ocorreu e o número aproximado de organismos envolvidos.

Capacitação sobre espécies exóticas e invasões biológicas

- Apresentar um programa de capacitação envolvendo os profissionais e equipes das atividades contendo: (1) ações de educação ambiental para esclarecer sobre o impacto de EEI cultivada; (2) listagens e materiais, preferencialmente ilustrados, sobre outras EEIs comuns na região ou no estado, para identificar e informar a ocorrência da espécie no local da atividade; (3) capacitação na identificação da espécie cultivada em suas diferentes fases e observando dimorfismo sexual e etário; (4) capacitação na identificação de doenças e patógenos potenciais às EEIs; (5) treinamentos e simulações periódicas no programa de contenção e (6) aplicação de métodos de controle e erradicação.
- Observação: Se possível, contemplar a capacitação de comunidades ao redor, especialmente ribeirinhos e pescadores, visando auxiliar na identificação de escape da espécie cultivada e detecção precoce de outras espécies exóticas.

Além de peixes, há também a criação de outras espécies exóticas invasoras com potenciais escapes acidentais e solturas na natureza, como a ranicultura. A rã-touro (*Lithobates catesbeianus*), criada para consumo humano, é encontrada no Parque Nacional das Araucárias, SC.



©Antônio de Almeida Correia Junior / Acervo CBC/CMBio

REFERÊNCIAS

- Agostinho AA, Pelicice FM, Júlio Jr HF. 2006. p. 95-117. Biodiversidade e introdução de espécies de peixes: unidades de conservação. In: Campos, JB, Tossulino, MP, Müller, CC (orgs.). Unidades de conservação: ações para valorização da biodiversidade. Curitiba, IAP, 344p.
- Albins MA, Hixon MA. Invasive Indo-Pacific lionfish *Pterois volitans* reduce recruitment of Atlantic coral-reef fishes. *Marine Ecology Progress Series*, 367: 233-238, 2008.
- Azevedo-Santos VM, Rigolin-Sa O, Pelicice FM. Growing, losing or introducing? Cage aquaculture as a vector for the introduction of non-native fish in Furnas Reservoir, Minas Gerais, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 9: 915–919, 2011.
- Barros LC, Santos U, Zanuncio JC, Dergam JA. *Plagioscion squamosissimus* (Sciaenidae) and *Parachromis managuensis* (Cichlidae): a threat to native fishes of the Doce River in Minas Gerais, Brazil. *PLoS One*, 7(6): 2012.
- Both C, Lingnau R, Santos-Jr A, Madalozzo B, Lima LP, Grant T. Widespread occurrence of the american bullfrog, *Lithobates catesbeianus* (Shaw, 1802) (Anura: Ranidae), in Brazil. *South American Journal of Herpetology*, 6(2): 127-134, 2011.
- Brasil. 1998. Decreto nº 2.519, de 16 de março de 1998. Diário Oficial da União. <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D2519.htm>. Acesso em: 10/06/2021.
- Brasil. 2000. Lei n.º 9.985, de 18 de julho de 2000. Diário Oficial da União. <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm>. Acesso em: 28/05/2021.
- Brasil. 2002. Resolução Conama nº 312, de 10 de outubro de 2002. Ministério do Meio Ambiente. Diário Oficial da União. <<https://www.gov.br/mma/pt-br>>. Acesso em: 28/05/2021.
- Brasil. 2005. Resolução Conama nº 357, de 17 de março de 2005. Ministério do Meio Ambiente. Diário Oficial da União. <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 28/05/2021.
- Brasil. 2006. Resolução Conama nº 370, de 6 de abril 2006. Ministério do Meio Ambiente. Diário Oficial da União. <<https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=112447>>. Acesso em: 24/06/2021.
- Brasil. 2007. Resolução Conama nº 393, de 8 de agosto de 2007. Ministério do Meio Ambiente. Diário Oficial da União. <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=541>>. Acesso em: 24/06/2021.
- Brasil. 2008a. Instrução Normativa MMA nº 03, de 16 de abril de 2008. Ministério do Meio Ambiente. Diário Oficial da União. <https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Instrucao_normativa/2008/in_mma_03_2008_ficamsuspensasatividadescarcinicultura.pdf>. Acesso em: 28/05/2021.
- Brasil. 2008b. Resolução Conama nº397, de 3 de abril de 2008. Ministério do Meio Ambiente. Diário Oficial da União. <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=563>>. Acesso em: 24/06/2021.

- Brasil. 2009a. Resolução Conama nº 410, de 4 de maio de 2009. Ministério do Meio Ambiente. Diário Oficial da União. <<https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=114907>>. Acesso em: 24/06/2021.
- Brasil. 2009b. Resolução Conama nº 413, de 26 de junho de 2009. Ministério do Meio Ambiente. Diário Oficial da União. <https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2009/RES_CONAMA_N413_2009.pdf>. Acesso em: 28/05/2021.
- Brasil. 2011. Resolução Conama nº 430, de 13 de maio de 2011. Ministério do Meio Ambiente. Diário Oficial da União. <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>, Acesso em: 24/06/2021.
- Brasil. 2015. Instrução Normativa MPA nº 04, de 04 de fevereiro de 2015. Ministério da Pesca e Aquicultura. Diário Oficial da União. <https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/32382246/do1-2015-02-09-instrucao-normativa-n-4-de-4-de-fevereiro-de-2015-32382233>. Acesso em: 28/05/2021.
- Brasil. 2019. Estratégia nacional para espécies exóticas invasoras. Projeto pró-espécies: todos contra a extinção. Ministério do Meio Ambiente. <<https://www.icmbio.gov.br/cbc/publicacoes.html>>. Acesso em: 10/06/2021.
- Brasil. 2020. Instrução Normativa Nº 10/Gabin/ICMBio, de 17 de agosto de 2020. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). Diário Oficial da União. <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-10/gabin/icmbio-de-17-de-agosto-de-2020-272746925>>. Acesso em: 28/05/2021.
- Brasil. 2021. Sanidade dos Animais Aquáticos. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/saude-animal/programas-de-saude-animal/sanidade-dos-animais-aquaticos>>. Acesso em: 28/05/2021.
- CDB (Convenção sobre Diversidade Biológica). 2021. Invasive Alien Species. <<https://www.cbd.int/invasive/WhatareIAS.shtml>>. Acesso em: 10/06/2021.
- Canonico GC, Arthington A, McCrary JK, Thieme ML. The effects of introduced tilapias on native biodiversity. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 15(5): 463-483, 2005.
- Casimiro ACR, *et al.* Escapes of non-native fish from flooded aquaculture facilities: the case of Paranapanema River, southern Brazil. *Zoologia (Curitiba)*, 35: 1–6, 2018.
- Charvet P, *et al.* Tilapia farming threatens Brazil's waters. *Science (New York, NY)*, 371(6527): 356, 2021.
- Diana JS. Aquaculture production and biodiversity conservation. *Bioscience*, 59(1): 27-38, 2009.
- Falcão C, Széchy MTM. Changes in shallow phytobenthic assemblages in southeastern Brazil, following the replacement of *Sargassum vulgare* (Phaeophyta) by *Caulerpa scalpelliformis* (Chlorophyta). *Botanica Marina*, 48(3): 208-217, 2005.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 2020. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sus-

tainability in action. Rome. 244p. <<https://doi.org/10.4060/ca9229en>>. Acesso em: 01/06/2021.

FDACS (Florida Department of Agriculture and Consumer Services). 2016. Aquaculture Best Management Practices Manual. 120p. <https://www.fdacs.gov/content/download/64045/file/BMP_Rule_and_Manual_FINAL.pdf>. Acesso em: 01/06/2021.

Ferrante L, Kaefer IL, Baccaro FB. Aliens in the backyard: did the american bullfrog conquer the *habitat* of native frogs in the semi-deciduous atlantic forest? Herpetological Journal, 30: 93-98, 2020.

Forneck SC, Dutra FM, Camargo MP, Vitule JRS, Cunico AM. Aquaculture facilities drive the introduction and establishment of non-native *Oreochromis niloticus* populations in neotropical streams. Hydrobiologia, 848(9): 1955-1966, 2021.

Forneck SC, Dutra FM, Zacarkim CE, Cunico AM. Invasion risks by non-native freshwater fishes due to aquaculture activity in a neotropical stream. Hydrobiologia, 773(1): 193-205, 2016.

Garcia DAZ, Orsi ML, Silva-Souza ÂT. From Africa to Brazil: detection of african *Oreochromis niloticus* parasites in brazilian fish farms. Acta Limnologica Brasiliensia, 31, 2019.

Giovanelli JG, Haddad CF, Alexandrino J. Predicting the potential distribution of the alien invasive American bullfrog (*Lithobates catesbeianus*) in Brazil. Biological Invasions, 10(5): 585-590, 2008.

GISD (Global Invasive Species Database). Species profile: *Lithobates catesbeianus*. <<http://www.iucngisd.org/gisd/speciesname/Lithobates+catesbeianus>>. Acesso em: 25/01/2021.

Hanselmann R, et al. Presence of an emerging pathogen of amphibians in introduced bullfrogs *Rana catesbeiana* in Venezuela. Biological Conservation, 120(1): 115-119, 2004.

Hewitt CL, Campbell ML, Gollasch S. 2006. Alien species in aquaculture: considerations for responsible use. IUCN The World Conservation Union. Gland, Switzerland and Cambridge. 32p. <<https://www.iucn.org/content/alien-species-aquaculture-considerations-responsible-use-0>>. Acesso em: 01/04/2021.

Ibama (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). 2020. Plano nacional de prevenção, controle e monitoramento do mexilhão-dourado (*Limoneperna fortunei*) no Brasil. Diretoria de Uso Sustentável da Biodiversidade e Florestas. Ibama. 150p.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Pesquisa da Pecuária Municipal – PPM. <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?=&t=o-que-e>>. Acesso em: 10/06/2021.

IUCN (International Union for Conservation of Nature). 2017. Guidance for interpretation of CBD categories on introduction pathways. Technical note prepared by IUCN for the European Commission. 108p. <<https://www.cbd.int/doc/c/9d85/3bc5/d640f059d03acd717602cd76/sbstta-22-inf-09-en.pdf>> Acesso em: 17/08/2020.

Hill JE, Tuckett QM, Martinez CV, Ritch JL, Lawson KM. Preventing escape of non-native species from aquaculture facilities in Florida, Part 2: Facility evaluation strategies. EDIS, 2016(7): 6-6, 2016. <<https://edis.ifas.ufl.edu/publication/FA198>>. Acesso em: 01/06/2021.

- Huser BJ, Bajer PG, Kittelson S, Christenson S, Menken K. Changes to water quality and sediment phosphorus forms in a shallow, eutrophic lake after removal of common carp (*Cyprinus carpio*). *Inland Waters*, 1-14, 2021.
- Latini AO, Resende DC, Pombo VB, Coradin L (orgs.). 2016. Espécies exóticas invasoras de águas continentais no Brasil. Ministério do Meio Ambiente. 791p.
- Lima GCF, Pereira A, Santos S, Santos TG. Parasitism of *Lernaea cyprinacea* on wild tadpoles: new interactions and first records in Brazil. *Herpetology Notes*, 14: 147-150, 2021.
- Loebmann D, Mai ACG, Lee JT. The invasion of five alien species in the Delta do Parnaíba Environmental Protection Area, Northeastern Brazil. *Revista de Biología Tropical*, 58(3): 909-923, 2010.
- Lowe S, Browne M, Boudjelas S, De Poorter M. 2000. 100 of the world's worst invasive alien species: a selection from the global invasive species database. The Invasive Species Specialist Group of the Species Survival Commission (SSC) of the World Conservation Union (IUCN). 12p.
- Naylor RL, Williams SL, Strong DR. Aquaculture: a gateway for exotic species. *Science*, 294: 1655–1656, 2001.
- Nichols A. 2018. Regulating invasive species in aquaculture: common state approaches and best management practices. Agricultural & Food Law Consortium. National Agricultural Library. Agricultural Research Service. U.S. Department of Agriculture. 12p. <<https://nsglc.olemiss.edu/projects/ag-food-law/files/regulating-invasive-species-in-aquaculture.pdf>>. Acesso em: 22/05/2021.
- Nobile AB, *et al.* Status and recommendations for sustainable freshwater aquaculture in Brazil. *Reviews in Aquaculture*, 12(3): 1495-1517, 2020.
- Pelicice FM, Agostinho AA. Fish fauna destruction after the introduction of a non-native predator (*Cichla kelberi*) in a neotropical reservoir. *Biological Invasions*, 11(8): 1789-1801, 2009.
- Rezende-Ayroza DMM, Carmo CF, Camargo AFM, Oliveira MD, Petesse ML. Net cages enhance golden mussel (*Limnoperna fortunei*) larval density and condition factor. *Freshwater Biology*, 64(9): 1593-1602, 2019.
- Ribeiro LP, *et al.* Bullfrog farms release virulent zoospores of the frog-killing fungus into the natural environment. *Scientific Reports*, 9(1): 1-10, 2019.
- Richardson MJ, Whoriskey FG, Roy LH. Turbidity generation and biological impacts of an exotic fish *Carassius auratus*, introduced into shallow seasonally anoxic ponds. *Journal of Fish Biology*, 47(4): 576-585, 1995.
- Rocha RMD, Kremer LP. Introduced ascidians in Paranaguá Bay, Paraná, southern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 22(4): 1170-1184, 2005.
- Rodrigues JF, Coelho MT, Varela S, Diniz-Filho JA. Invasion risk of the pond slider turtle is underestimated when niche expansion occurs. *Freshwater Biology*, 61(7): 1119-1127, 2016.
- Ruggeri J, *et al.* Discovery of wild amphibians infected with ranavirus in Brazil. *Journal of Wildlife Diseases*, 55(4): 897-902, 2019.

Salinas ZA, Babini MS, Grenat PR, Biolé FG, Martino AL, Salas NE. Effect of parasitism of *Lernaea cyprina* on tadpoles of the invasive species *Lithobates catesbeianus*. *Heliyon*, 5(6): e01834, 2019.

Santos RC, *et al.* High prevalence and low intensity of infection by *Batrachochytrium dendrobatidis* in rainforest bullfrog populations in Southern Brazil. *Herpetological Conservation and Biology*, 15(1): 118-130, 2020.

Schloegel LM, *et al.* The north american bullfrog as a reservoir for the spread of *Batrachochytrium dendrobatidis* in Brazil. *Animal Conservation*, 13: 53-61, 2010.

Semmens BX, Buhle ER, Salomon AK, Pattengill-Semmens CV. A hotspot of non-native marine fishes: evidence for the aquarium trade as an invasion pathway. *Marine Ecology Progress Series*, 266: 239-244, 2004.

Sousa WTZ. *Hydrilla verticillata* (Hydrocharitaceae), a recent invader threatening Brazil's freshwater environments: a review of the extent of the problem. *Hydrobiologia*, 669(1): 1-20, 2011.

Thomsen MS, Wernberg T, South PM, Schiel DR. 2016. Non-native seaweeds drive changes in marine coastal communities around the world, p. 147-185. In: Hu ZM, Fraser C (eds.). *Seaweed phylogeography: adaptation and evolution of seaweeds under environmental change*. Springer. 395p.

UNEP (United Nations Environment Programme), CBD (Convention on Biological Diversity), SBSTTA (Subsidiary Body on Scientific, Technical and Technological Advice). 2014a. Management of risks associated with introduction of alien species as pets, aquarium and terrarium species, and as live bait and live food, and related issues. 18p. <<https://www.cbd.int/doc/meetings/sbstta/sbstta-18/official/sbstta-18-08-en.pdf>>. Acesso em: 01/03/2021.

UNEP (United Nations Environment Programme), CBD (Convention on Biological Diversity), SBSTTA (Subsidiary Body on Scientific, Technical and Technological Advice). 2014b. Pathways of introduction of invasive species, their prioritization and management. 18p. <<https://www.cbd.int/doc/meetings/sbstta/sbstta-18/official/sbstta-18-09-add1-en.pdf>>. Acesso em: 01/06/2021.

Há ainda a atividade de aquicultura para fins ornamentais, de espécies exóticas invasoras de interesse para aquariofilia, como a carpa-comum (*Cyprinus carpio*).



©Tellmann Aliyeff / Shutterstock



Animais exóticos criados nas atividades para produção podem escapar do confinamento ou serem abandonadas e se tornar asselvajados, e o cultivo de pastagens baseado em plantas exóticas (*Urochloa* sp.) utilizado na atividade pecuária pode se propagar para áreas naturais de unidades de conservação, como no entorno do Parque Nacional da Serra da Canastra, MG.

CAPÍTULO 9: ATIVIDADE DE PECUÁRIA E PRODUÇÃO ANIMAL



QUAIS SÃO AS ATIVIDADES QUE GERAM IMPACTOS ASSOCIADOS À INVASÃO BIOLÓGICA?

As atividades que podem gerar impactos associados à invasão biológica são as criações de animais em sistemas de manejo para a produção comercial de carne, leite, fibras, mel, couros, fertilizantes e combustível ou para serem usados como transporte ou como energia de tração. A atividade de pecuária e produção animal corresponde ao conjunto de técnicas utilizadas para a criação e reprodução de animais domésticos com fins econômicos, incluindo o cultivo de pastagens e plantas forrageiras para alimentar estes animais.

Os sistemas de criações podem variar conforme o ambiente, práticas de manejo e mecanização. Em geral, no sistema extensivo, os animais ficam soltos no pasto e procuram seu próprio alimento, em ambiente natural ou seminatural (pastagem cultivada). Já em sistema intensivo, os animais são mantidos em confinamento e, nesses ambientes confinados ou controlados, são gerenciados por humanos. Geralmente, os animais cultivados pertencem a um conjunto restrito de espécies que tiveram uma longa associação com humanos e história de domesticação (IUCN, 2017), como bois, cavalos, cabras e abelhas. Algumas atividades e tipos de pecuária são a pecuária de corte (criação de animais destinados à produção de carne), a pecuária de leite (criação de animais destinados à produção de leite) e a pecuária de lã (criação de ovinos ou caprinos para produção de lã). Como não há uma definição única e clara de quais as são as atividades abrangidas por pecuária e produção animal, várias normas estaduais apresentam as atividades consideradas como pecuária ou produção animal, assim como o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2021), IBGE (2021) e Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa, 2021). No presente Capítulo, consideramos as diversas formas de criações de animais com fins de pecuária ou produção animal como bovinocultura, bubalinocultura, caprinocultura, cunicultura, suinocultura, avicultura, apicultura, equinocultura, estrutiocultura, sericicultura, entre outras criações. Assim, serão abordados os animais de espécies de fauna exótica doméstica criados para o consumo humano ou para o fornecimento de matérias-primas em ambientes terrestres. As atividades em que animais da fauna exótica silvestre são cultivados em cativeiros para fornecimento de peles e outros produtos são abordadas no Capítulo 10. Além disso, as atividades de criações de espécies aquáticas são tratadas no Capítulo 8, como aquicultura marinha e aquático-continental.

A pecuária está entre os setores de maior impacto na biodiversidade, com contribuições positivas, como fornecimento de serviços ecossistêmicos (Hoffmann, 2010) e impactos negativos, como a modificação do *habitat*, mudanças climáticas e introdução de espécies invasoras (FAO, 2020). A base para o desenvolvimento e produção das atividades de pecuária está diretamente associada à introdução e gestão bem

sucedida de espécies exóticas. As espécies são cultivadas com assistência humana e manejo dentro dos ambientes controlados, porém, podem escapar acidentalmente ou serem abandonadas, estabelecendo populações asselvajadas e causando danos à biodiversidade (Pimentel *et al.*, 2001). Dentre os principais danos está a competição com as espécies nativas, degradação de planícies inundáveis, pastagens naturais, ambientes florestais onde há disponibilidade de água e alimento. Além disso, os animais asselvajados podem introduzir e dispersar plantas exóticas por meio de sementes e propágulos carregadas em seu sistema digestivo, pelos e casco.

A perturbação causada pela atividade de pecuária sobre a biodiversidade pode abrir novos nichos para uma maior diversidade de espécies se estabelecer, inclusive espécies exóticas (Young *et al.*, 2020). Em sistemas extensivos, o cultivo e manejo de pastagens com espécies exóticas de gramíneas ou outras espécies forrageiras pode introduzir e dispersar essas espécies em ambientes naturais (Rejmanek *et al.*, 2005). Além disso, o manejo inadequado de pasto pode levar ao intenso pastoreio que causa degradação do solo e reduz a diversidade de plantas nativas, aumentando a suscetibilidade a invasões. Já sistemas intensivos podem concentrar estrume no local de produção, que se manejado incorretamente, pode impactar negativamente o solo e qualidade da água, e também dispersar sementes e propágulos de espécies exóticas que são consumidas pelos animais (Chuong *et al.*, 2016).

QUAIS AS VIAS E OS VETORES DE INTRODUÇÃO E DISPERSÃO DE EEIS ASSOCIADOS À ATIVIDADE?

A introdução de EEIs no meio ambiente ocorre a partir de atividades de pecuária e produção animal, sendo este o vetor. A principal via de introdução e dispersão dessas EEIs é o escape do confinamento ou de ambientes sob controle limitado, como pastagem cultivada, para o ambiente natural. Assim, os organismos que são inicialmente transportados intencionalmente para as condições de confinamento ou controle, escapam (UNEP *et al.*, 2014b; IUCN, 2017). Além do escape dos sistemas de criações, ocorre o “escape facilitado”, onde as espécies são ajudadas a escapar e/ou são lançadas deliberadamente no ambiente natural por diversos motivos, como insucesso do empreendimento. Em geral, o escape dos animais para a natureza pode ocorrer devido à falta de cuidados na manutenção das estruturas e dos animais, a criação extensiva sem contenção, e desastres naturais que podem destruir as estruturas físicas. Em alguns casos, a falta de retorno financeiro da criação ou a inviabilidade de permanência na área, como a criação de UC, leva à soltura ou ao abandono de animais, assim como das pastagens (Wittenberg & Cock, 2001). Além disso, a criação de animais soltos pode permitir o cruzamento com indivíduos selvagens, aumentando a população e dispersando ainda mais a espécie.

Também ligada a esta atividade, está a introdução de plantas exóticas para forragem animal, seja de forma intencional, para melhorar a qualidade nutricional das pastagens nativas ou implantar pastagens exóticas, ou de forma não intencional, como contaminante no lote de sementes ou no transporte via animais. Para as espécies vegetais que são associadas às atividades de pecuária e produção animal, as principais vias e vetores de introdução e dispersão são também o plantio de espécies exóticas para fins forrageiro e posterior escape para ambiente natural e o transporte de seus propágulos pelos animais da criação, onde as sementes são transportadas pelos animais vetores, como nos pelos, sistemas digestivos e cascos (UNEP *et al.*, 2014b; IUCN, 2017). Em outra via associada, sementes de espécies exóticas contaminam lotes que são adquiridos para implantar pastagens, e, ao serem semeadas acidentalmente, podem se estabelecer e iniciar o processo de invasão.

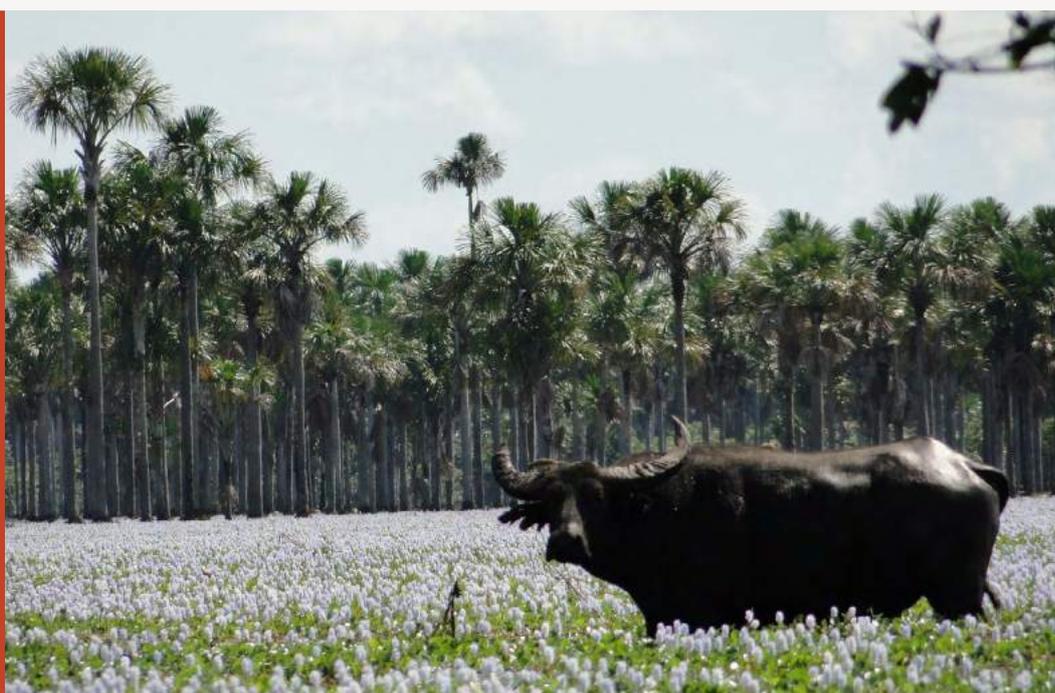
QUAIS AS TIPOLOGIAS DE EMPREENDIMENTOS QUE REALIZAM A ATIVIDADE?

A criação de animais está listada como atividade agropecuária sujeita ao licenciamento ambiental na Resolução Conama nº 237/1997 (Brasil, 1997) e como atividade potencialmente poluidora na Instrução normativa Ibama nº 6/2013 (Brasil, 2013b), que regulamenta o Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadoras de Recursos Ambientais - CTF/APP, sendo um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente, estabelecida na Lei nº 6.938/1981 (Brasil, 1981). Porém, não há uma definição clara na legislação federal de quais são as atividades de pecuária ou de produção animal. A Resolução Conama nº 489/2018 (Brasil, 2018a) prevê a atividade de criação e exploração econômica de fauna silvestre excluindo as atividades ou empreendimentos que utilizem, exclusivamente, espécimes de espécies domésticas. As espécies consideradas domésticas para fins de operacionalização do Ibama são listadas na Portaria Ibama nº 2.489/2019 (Brasil, 2019a). Portanto, a criação de espécies domésticas consideradas nessa legislação poderiam ser foco de atividades de produção animal ou pecuária. De fato, existem normas estaduais e outros documentos do MAPA (2021), IBGE (2021) e Embrapa (2021) que sugerem que diversas criações de espécies domésticas podem ser consideradas como de produção animal ou pecuária em estabelecimento rural de confinamento ou de criação extensiva.

Em geral, a licença ambiental para as atividades de pecuária e produção animal é competência do órgão estadual. Assim, há diversas legislações estaduais específicas que definem quais são as atividades de pecuária e produção animal e qual o processo de licenciamento que deve ser seguido, podendo depender do porte da propriedade (estipulado em número de indivíduos ou área) e do potencial poluidor.

O EIA/RIMA é exigido para empreendimentos, de acordo com a Resolução Conama nº 001/1986 (Brasil, 1986a), com projetos agropecuários que contemplem áreas acima de 1.000ha, ou menores, neste caso, quando se tratar de áreas significativas em termos percentuais ou de importância do ponto de vista ambiental, inclusive nas áreas de proteção ambiental (inciso acrescentado pela Resolução Conama nº 11/1986 (Brasil, 1986b)).

As espécies são cultivadas com assistência humana e manejadas dentro dos ambientes controlados, porém, podem escapar acidentalmente ou serem abandonadas, estabelecendo populações asselvajadas e causando danos à biodiversidade, como os búfalos (*Bubalus bubalis*) na Reserva Biológica do Guaporé, RO.



©Celso Costa Santos Júnior / Acervo CBC/ICMBio

Cabe observar que a implantação de novos empreendimentos de pecuária e criação animal de algumas espécies exóticas é proibida tanto na legislação federal como nas estaduais, como é o caso do javali (*Sus scrofa*), que tem a implantação, importação e criação proibida pela Portaria Ibama nº 102/1998 (Brasil, 1998a), Portaria Ibama nº 93/1998 (Brasil, 1998b) e Instrução Normativa Ibama nº 03/2013 (Brasil, 2013a).

QUAIS AS EEIS OU GRUPOS TAXONÔMICOS ASSOCIADOS À ATIVIDADE?

As EEIs associadas às atividades de pecuária são mamíferos e aves da fauna doméstica terrestre e também insetos. Em geral, os sistemas de produção de pecuária em todo o mundo dependem de espécies que foram originalmente domesticadas e desenvolvidas fora de sua área de distribuição natural (Hoffmann, 2010). Assim, o número de espécies utilizadas nas criações e melhoradas por seleção é relativamente limitado. Um total de 38 espécies está atualmente incluído no Banco de Dados Global da FAO sobre diversidade de espécies animais utilizadas na pecuária - *Domestic Animal Diversity Information System* (FAO, 2021). Diversas espécies originaram-se da mesma área e possuem características fenológicas, reprodutivas e comportamentais que foram preferidas para serem domesticadas e usadas em atividades de pecuária (Diamond, 2002). No Brasil, as espécies consideradas domésticas para fins de operacionalização do Ibama são listadas na Portaria Ibama nº 2.489/2019 (Brasil, 2019a). As EEIs associadas às atividades de pecuária e produção animal e que ocorrem em UCs são o búfalo (*Bubalus bubalis*), a cabra (*Capra hircus*), o javali (*Sus scrofa*), o coelho (*Oryctolagus cuniculus*), a lebre (*Lepus europaeus*) e o burro (*Equus asinus*). Essas espécies estão se expandindo no território brasileiro e impactam pastagens naturais, nascentes e encostas de corpos d'água, alterando a estrutura da vegetação e causando erosão do solo, além disso, competem com espécies nativas e podem transmitir doenças (Petty *et al.*, 2007; Mutze *et al.*, 2008; Novillo & Ojeda, 2008; Quintela *et al.*, 2010; Chynoweth *et al.*, 2013; Rosa *et al.*, 2017; Dias *et al.*, 2019). Além dos mamíferos, a abelha melífera (*Apis mellifera*) também é registrada em UCs, podendo causar impactos à biodiversidade, competindo com espécies nativas e ameaçando polinizadores nativos (Potts *et al.*, 2016). Todas essas espécies são reconhecidas como invasoras pelo Banco de Dados Global de Espécies Invasoras da *International Union for Conservation of Nature* (IUCN) e *Species Survival Commission* (SSC) e, algumas dessas espécies, como o javali (*Sus scrofa*), a cabra (*Capra hircus*) e o coelho (*Oryctolagus cuniculus*) são classificadas entre as 100 piores espécies exóticas invasoras do mundo (Lowe *et al.*, 2000).

Em geral, plantas exóticas associadas à atividade de pecuária são introduzidas para melhorar a qualidade da forragem das pastagens e a nutrição animal. Porém, as mesmas características biológicas que promovem a produtividade da pastagem também podem facilitar a invasão de áreas naturais (Driscoll *et al.*, 2014). Em UCs federais, são registradas EEIs que foram introduzidas como forrageiras para alimentar animais de criação e, de modo geral, são gramíneas. Muitas dessas espécies de gramíneas que se tornaram invasoras agressivas apresentam características que facilitam a colonização, persistência e transformação do *habitat*, como a dispersão efetiva de propágulos à longa distância, estabelecimento eficaz, flexibilidade ecológica, resiliência a perturbações e a capacidade de modificar ambientes, mudando o regime de queimadas e alterando a herbivoria de mamíferos (Linder *et al.*, 2018). As gramíneas exóticas invasoras causam graves problemas para a conservação da biodiversidade, excluindo competitivamente espécies da flora nativa e alterando o funcionamento dos ecossistemas, principalmente no bioma Cerrado (Williams & Baruch, 2000). Espécies que ocorrem em UCs federais como o capim-gordura (*Melinis minutiflora*), o capim-elefante (*Cenchrus purpureus*), capim-anonni (*Eragrostis plana*) e a braquiária (*Urochloa*

brizantha) são espécies de plantas invasoras que foram introduzidas como culturas de melhoramento de pastagens para pecuária e, posteriormente, invadiram pastagens naturais, competindo com outras nativas gramíneas e causando diminuição da biodiversidade (Hoffmann & Haridasan, 2008; Baggio *et al.*, 2018). Os animais em pastoreio, por sua vez, contribuem para a dispersão de sementes e desencadeiam mudanças de *habitat* que facilitam as invasões, como degradação do solo com o pisoteio intensivo e alteração da cobertura vegetal (Kolbek & Alves, 2008). Além das gramíneas, algumas espécies arbóreas e arbustivas também foram introduzidas como forrageiras e também são encontradas invadindo UCs federais, como a algaroba (*Prosopis juliflora*), que reduz o crescimento das espécies nativas (Nascimento *et al.*, 2014), o cacto palma (*Opuntia ficus-indica*), que forma agrupamentos densos que impedem o crescimento e regeneração da vegetação nativa (Leão *et al.*, 2011) e a leucena (*Leucaena leucocephala*), que altera o equilíbrio das interações entre as espécies nativas (Mello & Oliveira, 2016) e está classificada entre as 100 piores EEIs do mundo (Lowe *et al.*, 2000).

O animal introduzido é um agente chave para a dispersão de muitas espécies de plantas invasoras, incluindo aquelas que não são plantadas intencionalmente. A goiabeira (*Psidium guajava*) e o picão-preto (*Bidens pilosa*) são exemplos de espécies que contaminam lotes de sementes ou chegam a novas regiões aderidas aos pelos, cascos ou no sistema digestivo dos animais. Essas espécies possuem efeito alelopático, que aumenta a capacidade de competição interespecífica e promove a invasão em áreas naturais (Chapla & Campos, 2010; Mao *et al.*, 2010). Além dessas, são registradas diversas outras plantas invasoras que ocorrem em UCs e têm como vetor os animais da criação.

AMBIENTES DE MAIOR SUSCETIBILIDADE À INVASÃO

Em geral, os animais escapam a partir de propriedades lindeiras onde são criados, assim os ambientes de maior suscetibilidade à invasão de animais da pecuária são as áreas circundantes ao empreendimento. Ambientes onde os animais podem buscar abrigo, alimento, água e descanso também são suscetíveis a invasões como planícies inundáveis com pastagens naturais combinadas a ambientes florestais onde há disponibilidade de água e alimento, locais com presença de corpos d'água, outras fontes de recursos alimentares (incluindo, por exemplo, plantações de milho e cana-de-açúcar) e abrigo (remanescentes florestais).

Já os ambientes suscetíveis à invasão por plantas exóticas associadas às atividades de pecuária são, em geral, campos nativos, cerrados e restingas e os ambientes degradados e alterados, como os espaços abertos, campos degradados por pastejo e pisoteio excessivos e margens de estradas. Os ambientes mais próximos as pastagens ou plantios de forrageiras exóticas recebem maior quantidade de sementes, tanto por dispersão natural quando por vetores associados à atividade e estão sujeitas assim à maior pressão de propágulos. Logo, locais ao redor das pastagens ou plantios de forrageiras exóticas, como estradas e rodovias de escoamento, ao redor das instalações, currais, malhadores, cercas, porteiras, cochos, bebedouros e corredores são também ambientes suscetíveis à invasão por plantas exóticas. Distúrbios facilitam o estabelecimento de espécies exóticas (Lockwood *et al.*, 2007), assim, essas áreas alteradas antropicamente tendem a ser invadidas com maior rapidez em relação aos ambientes naturais conservados, bem como ambientes degradados ou remanescentes de vegetação florestal em estágio inicial de regeneração. A prática do fogo também facilita o processo de invasão de gramíneas exóticas. Essas regiões podem apresentar condições ambientais que favorecem oportunidades para o estabeleci-

mento de espécies de plantas generalistas e resistentes, em geral exóticas, como diferentes concentrações de nutriente no solo e incidência de queimadas e/ou radiação solar. Já ambientes próximos a áreas abandonadas de pastagens ou outras forrageiras exóticas estão suscetíveis à maior pressão de propágulos, visto que sem os animais da criação que atuavam com pressão de herbivoria, haverá maior produção e dispersão de sementes das espécies exóticas (Marty, 2005).

MEDIDAS PREVENTIVAS (PROGRAMA DE PREVENÇÃO)

O escape de organismo a partir de atividades de pecuária e produção animal é recorrente, portanto, a forma mais efetiva de prevenção é que empreendimentos localizados dentro ou no entorno de UCs não contemplem o uso de EEs com alto potencial de causar impactos à biodiversidade nativa da área protegida (como as espécies citadas neste Capítulo). As restrições de criação de espécies exóticas nas UCs e em suas ZAs devem estar estabelecidas em plano de manejo da UC ou na legislação vigente. No entanto, quando não for possível evitar o uso dessas espécies na criação, recomenda-se a adoção de medidas de prevenção e contenção para reduzir a dispersão e impactos associados. Desta forma, as medidas aqui sugeridas visam evitar que empreendimentos que criem ou cultivem espécies exóticas tenham escape de indivíduos ou doenças que possam atingir as regiões da UC e suas ZAs.

Logo, as estratégias para prevenir a invasão associada a atividades de pecuária e produção animal apresentadas a seguir são voltadas, em geral, para a instalação e as estruturas de contenção do empreendimento, a operação e as práticas de manejo, monitoramento e planejamento em caso de escape, além da capacitação dos funcionários. As estratégias operacionais, quando aliadas às estratégias estruturais, são eficazes e também podem oferecer retorno positivo ao empreendedor ao minimizar o escape das espécies e evitar doenças.

Além do escape dos animais de criação, ocorre frequentemente o escape de espécies de plantas exóticas cultivadas para alimentar os animais. O abandono dessas pastagens e a falta de manejo aumentam a pressão de propágulos nas regiões circundantes, facilitando a invasão de novas áreas. As áreas de pastagens do empreendimento podem fornecer áreas potenciais para expansão de EEs de plantas não cultivadas, facilitando o processo de invasão para áreas onde antes não havia ocorrência ou servindo como um *habitat* disponível. Pode-se citar, como exemplo, o capim-annoni (*Eragrostis plana*) que invade e degrada pastagens cultivadas e nativas no sul do Brasil (Medeiros & Focht, 2007; Zenni & Ziller, 2011). Assim, são indicadas medidas preventivas também referentes às plantas forrageiras, visando evitar a instalação de plantios que utilizem espécies exóticas invasoras e o abandono de pastagens e orientando práticas manejo para reduzir a disseminação de plantas exóticas cultivadas e não cultivadas associadas às áreas de cultivo.

Para a elaboração das medidas de prevenção associada às atividades de pecuária e produção animal, foram consultados documentos nacionais e internacionais, em especial: o Regulamento (UE) nº 1143/2014 (UE, 2014) sobre a prevenção e gestão da introdução e propagação de espécies exóticas invasoras; protocolo de recuperação de animais que escaparam (Ontario, 2021); documentos com orientações para implantar instalações mais seguras (Owen *et al.*, 2006; Coelho *et al.*, 2018; Canada, 2021); melhores

práticas de gestão e bem-estar animal (CCAC, 2009; Australia, 2011; UNEP *et al.*, 2014a; Brasil, 2018b; New Zealand, 2019) e manejo de pastagens e outras forrageiras (Ribaski *et al.*, 2009; Dias-Filho, 2017; Brundu *et al.*, 2020). Essas medidas foram elaboradas e avaliadas em oficinas de trabalho e em consulta a especialistas, com ajustes e inclusões de novas medidas para atender às peculiaridades do processo de gestão das UCs. É importante ressaltar que essas medidas podem ser adaptadas de acordo com cada empreendimento, espécie e UC.

Instalação do empreendimento e estruturas de contenção

- Evitar, quando possível e após análise, a criação de organismos exóticos em ZA e no entorno imediato da UC. Deve-se observar que a instalação de novos empreendimentos com EEIs é restrita dentro de UC de determinadas categorias, conforme a Lei n.º 9.985/2000 (Brasil, 2000) e o ICMBio pode analisar e avaliar tecnicamente os impactos que as atividades ou empreendimentos venham a causar, conforme a Instrução Normativa ICMBio nº 10/2020 (Brasil, 2020). A implementação da atividade de pecuária pode ser vedada em alguns casos, de acordo com a legislação específica vigente e plano de manejo da UC, quando houver.
- Exigir a criação de espécies exóticas em sistema de produção com contenção. Principalmente a criação de porcos domésticos soltos em áreas com ocorrência comprovada de javalis nas redondezas.
 - Observação: Os organismos devem ser considerados mantidos em contenção se as seguintes condições forem atendidas:
 - (a) os espécimes estão fisicamente isolados e não podem escapar, espalhar-se ou ser removidos por pessoas não autorizadas das instalações onde são mantidos;
 - (b) os protocolos de limpeza, manuseio de resíduos e manutenção garantem que nenhum indivíduo ou propágulo reproduzível possa escapar, se espalhar ou ser removido por pessoas não autorizadas;
 - (c) a remoção dos espécimes das criações, a eliminação ou o abate sem crueldade é efetuada de forma a excluir a propagação ou reprodução fora das instalações.
- No caso de criações de animais, apresentar um programa de construção e conservação das instalações do empreendimento, contendo: 1) descrição da estrutura utilizada e posicionamento dessas estruturas; 2) comprovação que a estrutura utilizada impeça o escape de indivíduos e predação/cruzamento por outros animais, conforme observações abaixo; 3) cronograma de ações com previsão da periodicidade das vistorias para diagnóstico de reparo das estruturas, considerando falhas operacionais, danos causados por outros organismos e eventos climáticos cotidianos e adversos e 4) cronograma de elaboração de relatórios de vistoria e das ações de reparo que foram tomadas, com detalhamento dos procedimentos.
 - Observações:
 - 1) Para evitar fugas de animais, deve-se instalar uma contenção adequada dos animais. A construção da cerca (material utilizado, simples ou dupla e altura) deve levar em consideração a espécie que está sendo cultivada, predadores na área circundante e características da re-

gião. A presença de predadores ao redor dos empreendimentos pode ocasionalmente causar danos nessas estruturas e facilitar o escape dos animais da criação.

2) Animais geneticamente modificados devem ser confinados dentro de pelo menos duas barreiras físicas o tempo todo. Para evitar o escape, é importante que mais de um nível de confinamento efetivo seja usado. Por exemplo, o animal pode ser confinado em um celeiro e dentro de um curral ou estábulo.

3) As instalações devem ser projetadas para proteger os animais da criação contra a predação e o cruzamento com outros animais livres e os métodos usados não devem afetar adversamente o meio ambiente e/ou espécies nativas. Impedir a predação é importante para a prevenção de introduções e dispersão. O cruzamento de indivíduos da criação com animais de vida livre pode multiplicar o pool gênico feral invasor. Opções de matérias-primas e especificações de construção das cercas que foram usadas para excluir os animais selvagens na Austrália e na Nova Zelândia (raposas, gatos selvagens, coelhos selvagens, cabras selvagens, porcos selvagens e cães selvagens) podem ser consultadas em *Cost Effective Feral Animal Exclusion Fencing for Areas of High Conservation Value in Australia* (Long & Robley, 2004a) e em *Catalogue of Fence Designs* (Long & Robley, 2004b).

4) Descrever os métodos e ações de contenção empregados nas etapas de manutenção, transporte e manejo para evitar o escape de todas as fases da vida de espécies exóticas cultivadas. Qualquer proposta de método de contenção, que não afete adversamente o meio ambiente e/ou espécies nativas e que efetivamente impeça a escape dessas espécies pode ser utilizado.

5) Os procedimentos e estruturas de contenção e confinamento devem ser feitos evitando o sofrimento animal desnecessário. É importante observar que o espaço adequado, a sombra, a água, o alimento e o bloqueio visual, em alguns casos, além de respeitar à vida animal, melhora a eficiência da contenção, pois o animal com menor estresse diminui seu esforço para a fuga, com menos danos à estrutura de contenção. As medidas devem prezar pelo bem estar dos animais, conforme recomendações oficiais e legislação vigente (Brasil, 2021).

6) Para a criação e produção de aves, deve-se evitar a criação em aviários abertos (sem telhado ou rede fechada). A inclusão de rede fechada é necessária para evitar a fuga dos animais, o contato com as espécies nativas e disseminação de patógenos para a biodiversidade nativa. Caso não seja possível, deve-se adotar adicionalmente medidas não cirúrgicas para tornar os indivíduos incapazes de voar e que não impliquem em maus-tratos dos animais, conforme a Resolução CFMV nº 877/2008 (Brasil, 2008).

- Observar uma distância mínima livre de EEIs entre *habitat* protegidos, conectados ou relacionados a UC por legislação específica e a área de cultivo de espécies exóticas. A distância deve ser determinada de acordo com estudo ambiental prévio, conforme plano de manejo ou norma vigente.
- Registrar e adotar um sistema apropriado para marcar os animais da criação para que sua origem possa ser identificada em caso de escape, quando couber. Os animais devem ser marcados por meio de métodos comprovadamente eficazes para a espécie e conforme legislação específica vigente, quando houver.
- Em caso de desativação ou encerramento da atividade, os animais criados devem ser removidos das áreas. Caso não seja possível a remoção, deve-se adotar medidas de captura e realizar o abate no próprio local. Deve-se garantir a destinação de EEI criada de forma a evitar a liberação na natureza ou escape.

- Observações:
 - 1) É importante ressaltar que todos os métodos devem sempre prezar pelo bem-estar dos animais e conforme a legislação vigente (Brasil, 2021), e recomendações da Organização Internacional de Saúde Animal (OIE, 2021) e do Conselho Federal de Biologia (CFBio, 2021).
 - 2) Deve-se observar a exigência de controle e erradicação das espécies cultivadas de acordo com a legislação vigente para o encerramento de atividades de pecuária. Por exemplo, a Resolução Consema nº 98/2017 (Santa Catarina, 2017) estabelece que empreendimentos ou atividades sujeitos ao licenciamento ambiental no estado de Santa Catarina devem comunicar previamente ao órgão ambiental licenciador a desativação ou encerramento de atividades de pecuária. A comunicação deverá ser acompanhada de um plano de desativação que contemple a situação ambiental existente e, se for o caso, informe a implementação das medidas de restauração e de recuperação da qualidade ambiental das áreas que serão desativadas ou desocupadas. Outras legislações estaduais que indicam procedimentos de desativação e encerramento de atividades agropecuárias são: Instrução Normativa IMA nº 69/2019 (Santa Catarina, 2019a), que dispõe sobre criação de animais confinados); Resolução Consema nº 143/2019, (Santa Catarina, 2019b), referente à suinocultura; Resolução CEMA nº 107/2020 (Paraná, 2020), que dispõe sobre critérios e procedimentos a serem adotados para as atividades poluidoras, degradadoras e/ou modificadoras do meio ambiente no estado do Paraná.
- Evitar a implantação de pastagens com espécies exóticas. Pode-se incentivar o uso de espécies nativas como forragem animal ou a implantação de pastagens heterogêneas (consórcios entre espécies nativas e espécies exóticas não invasoras).
- No caso de cultivo de pastagens e outras plantas forrageiras exóticas, apresentar um programa de instalação do plantio, contendo: 1) descrição e posicionamento do plantio; 2) métodos e procedimentos adotados para impedir a disseminação da espécie, conforme observações; 3) cronograma de ações de controle e repasse e 4) cronograma de elaboração de relatórios das ações que foram tomadas, com detalhamento dos procedimentos.
- Observações:
 - 1) Para a introdução de novas espécies exóticas forrageiras no Brasil ou bioma, deve-se apresentar avaliação de risco de invasão, contendo minimamente (a) probabilidade de estabelecimento e disseminação da espécie; (b) possíveis impactos sobre a biodiversidade; (c) principais vias e vetores de dispersão dos propágulos e (d) ambientes preferenciais para estabelecimento. A importação de vegetais e seus produtos deverá atender a legislação vigente e os procedimentos definidos pelo MAPA, conforme o Decreto nº 5.741/2006 (Brasil, 2006) que organiza o Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária.
 - 2) Quando possível, eliminar a produção de sementes viáveis ou pólen fértil em melhoramento genético dos indivíduos que serão plantados. Deve-se avaliar o risco de hibridização com espécies nativas.
 - 3) Isolar com barreiras físicas espécies exóticas cultivadas e não cultivadas que tenham dispersão pelo vento. As barreiras podem ser formadas por espécies arbóreas exóticas não invasoras ou por espécies arbóreas nativas de grande porte. Orientações sobre a implantação de barreiras podem ser consultadas em Cortinas Vegetais: Usos e Conceitos (Guarino *et al.*, 2018), porém deve-se atentar que as espécies invasoras indicadas nesse documento sejam substituídas por nativas ou exóticas não invasoras e a atividade de plantios deve adotar as medidas de prevenção à invasão indicadas neste Guia (Capítulo 6).

4) Na descrição e posicionamento do plantio deve-se apresentar um mapa de localização do plantio identificando as áreas de efetivo plantio, uso e ocupação do solo do entorno próximo (<1km) e localizando remanescentes de vegetação nativa, APPs (matas ciliares), estradas e vias de acesso (externas e internas).

- Evitar utilizar espécies exóticas forrageiras na alimentação dos animais em cochos e/ou plantadas livremente em associação à pastagem. Caso não seja possível, deve-se realizar o controle ou processamento das vagens, sementes e outros propágulos antes de servir aos animais no cocho. O pastejo direto dessas espécies e sem controle de sementes deve ser evitado.
- Em caso de desativação ou encerramento da atividade, se houve plantio de exóticas no pasto, as plantas devem ser removidas e a área recuperada. Deve-se garantir o controle e erradicação de EEIs cultivadas de forma a evitar a dispersão e considerando o banco de sementes no solo, quando houver. O Guia de Orientação para o Manejo de Espécies Exóticas Invasoras em Unidades de Conservação Federais (Brasil, 2019b) apresenta orientações para os métodos de controle de plantas exóticas invasoras e formas de destinação.
- As atividades que ocorrem durante a instalação do empreendimento, como movimentação de solo, manejo de plantas, manutenção e movimentação de máquinas, construção civil e plantio de vegetação devem adotar as medidas de prevenção a invasão indicadas neste Guia (Capítulo 5).

Operação do empreendimento e práticas de manejo

- Veículos, equipamentos e estruturas utilizadas nas atividades de pecuária devem adotar as medidas de prevenção à invasão associadas às atividades de movimentação de solo, manejo de plantas, manutenção e movimentação de máquinas, construções civis e plantio de vegetação indicadas neste Guia (Capítulos 5 e 6).
- O tratamento ou estocagem dos dejetos produzidos em sistemas de confinamentos devem ser feitos de forma a evitar a dispersão de possíveis sementes e propágulos de plantas de EEIs na UC. Algumas tecnologias para o tratamento de resíduos produzidos em sistemas de confinamento podem ser consultadas em Pecuária de Baixa Emissão de Carbono: Tecnologias de Produção mais Limpa e Aproveitamento Econômico dos Resíduos da Produção de Bovinos de Corte e Leite em Sistemas Confinados (Brasil, 2018b).

Operação e Manejo da espécie exótica utilizada na criação

- No caso de criações de animais, apresentar programa de contenção, contendo minimamente: 1) avaliação de risco de invasão para cada espécie exótica criada; 2) procedimentos específicos empregados para cada situação de escape e 3) protocolo de resposta rápida em caso de escape de espécies das criações e no contexto de cada empreendimento, conforme observações.
 - Observações:
 - 1) Apresentar avaliação de risco de invasão biológica para cada espécie exótica cultivada, contendo minimamente: (a) a probabilidade de escape de organismos, em qualquer estágio de seu ciclo de vida, abordando as principais causas de escape (falha de equipamento, erros operacionais, intempéries e ataques de predadores); (b) a probabilidade de estabelecimento e disseminação da espécie; (c) os impactos do estabelecimento e disseminação das espécies sobre a biodiversidade, incluindo a hibridização com espécies nativas levando à perda da diversidade genética, e possíveis impactos em outras atividades de produção e na saúde humana;

(d) o risco de disseminação de patógenos e parasitas (e) principais vias e vetores de dispersão dos propágulos e (f) ambientes preferenciais para estabelecimento.

2) O protocolo de resposta rápida deve apresentar os procedimentos de recuperação e captura da espécie cultivada e medidas de erradicação. Em caso de escape os animais devem ser capturados ou abatidos (quando a captura for inviável) o mais rápido possível. O empreendimento deve ter equipamentos e equipe treinada para garantir uma resposta imediata a um incidente ou risco de invasão.

3) Um modelo de procedimento básico para detecção precoce e resposta rápida é provido no Guia de Orientação para o Manejo de Espécies Exóticas Invasoras em Unidades de Conservação Federais (Brasil, 2019b) e pode ser adaptado para o contexto específico de cada situação.

- Promover o manejo adequado de pastagens ou outras plantas forrageiras exóticas para reduzir a dispersão e o risco de invasão na UC. Deve-se apresentar programa de manejo, baseado no Guia de Orientação para o Manejo de Espécies Exóticas Invasoras em Unidades de Conservação Federais (Brasil, 2019b), contendo minimamente: 1) avaliação de risco (ou probabilidade) de dispersão da espécie exótica cultivada para a UC ou ZA; 2) procedimentos específicos empregados para evitar ou reduzir a dispersão de propágulos e material vegetativo viável e 3) protocolo de resposta rápida em caso de detecção de espécies dos cultivos e ações de controle.

- Observações:

1) Apresentar informações básicas sobre a biologia da espécie exótica cultivada, como taxonomia, área de distribuição natural, uso(s) comercial(ais), ambientes preferenciais de invasão, grupo sucessional, síndrome de dispersão, fenologia, principais polinizadores e dispersores e características das sementes.

2) Descrever os métodos e ações empregados nas etapas de manutenção dos plantios, transporte de produtos oriundos dos plantios e manejo dos plantios para evitar ou reduzir a dispersão de propágulos e material vegetativo viável que podem causar invasões.

3) Um modelo de procedimento básico para detecção precoce e resposta rápida é provido no Guia de Orientação para o Manejo de Espécies Exóticas Invasoras em Unidades de Conservação Federais (Brasil, 2019b) e pode ser adaptado para o contexto específico de cada situação. O referido Guia também apresenta orientações para os métodos de controle de plantas exóticas invasoras e formas de destinação.

Monitoramento e detecção precoce de espécies exóticas

- No caso de criações de animais, apresentar programa de monitoramento e detecção precoce, contemplando minimamente o monitoramento para detectar a provável ocorrência da espécie criada em: 1) zonas de segurança ou áreas circundantes e estruturas associadas e 2) áreas detectadas como sensíveis a invasão pelo estudo ambiental, quando houver. Se for o caso, o programa deve ter periodicidade mínima definida associada a sazonalidade ou outros parâmetros.
- Observações: O monitoramento deve ser feito em ambientes onde os animais podem buscar abrigo, alimento, água e descanso como planícies inundáveis com pastagens naturais em mistura com ambientes florestais; locais com presença de corpos d'água e proximidade de remanescentes florestais.
- Monitorar áreas na UC ou ZA para detectar a provável ocorrência da espécie de planta cultivada como forragem. Deve-se apresentar programa de monitoramento e detecção precoce, de acordo

com o Guia de Orientação para o Manejo de Espécies Exóticas Invasoras em Unidades de Conservação Federais (Brasil, 2019b), contemplando minimamente o monitoramento em: 1) áreas de alto risco de invasão, conforme observações; 2) limites do empreendimento e das pastagens, zonas de segurança ou áreas circundantes aos plantios de EEIs forrageiras; 3) locais que passaram por ações de controle de EEIs e 4) áreas detectadas como sensíveis a invasão pelo estudo ambiental.

- Observações:

- 1) Área de alto risco são aquelas onde ocorre intenso fluxo de pessoas, equipamentos, veículos e maquinários externos como estradas limítrofes e estradas de acesso; perturbação do solo como escavações e depósito/aterro; locais de lavagem de maquinários e equipamentos; viveiros e outras instalações de empreendimentos.

- 2) Áreas degradadas também são consideradas áreas de alto risco de invasão e devem ser monitoradas mesmo após o controle de uma EEI. Em geral, as plantas invasoras são espécies pioneiras que invadem ambientes abertos ou pouco sombreados, ocupando nicho vazios e ambientes alterados.

- 3) Locais que sofreram movimentação de solo recente, como escavações, desnudamento do solo e remoção de vegetação, devem ser monitorados a fim de detectar EEIs por no mínimo dois anos após a conclusão do projeto.

- 4) No caso de plantas invasoras com banco de sementes estabelecido, haverá germinação e será necessário repetir o controle até o seu esgotamento. Sugestões de protocolos de monitoramento já existentes para identificar sucesso de controle são indicados no Guia de Orientação para o Manejo de Espécies Exóticas Invasoras em Unidades de Conservação Federais (Brasil, 2019b).

- 5) O monitoramento deve-se concentrar em áreas que são ambientalmente suscetíveis a invasão pela espécie exótica, de acordo com a análise de risco, quando houver.

- 6) Ações de monitoramento para detecção precoce devem seguir as recomendações indicadas no Guia de Orientação para o Manejo de Espécies Exóticas Invasoras em Unidades de Conservação Federais (Brasil, 2019b), considerando os grupos de espécies de risco de invasão e seu potencial de reprodução e estabelecimento.

- Comunicar ao gestor da UC o mais rápido possível, preferencialmente em até 24h, sobre qualquer escape de uma espécie criada a ocorrência de doenças criações. É importante informar o local do escape, a forma como ocorreu e o número aproximados de organismos envolvidos.
- Em caso de detecção de EEI cultivada ou associada à produção fora da área de cultivo, dentro ou ao redor da UC e ZA, os responsáveis pelo empreendimento devem relatar, em até 30 dias, qualquer ocorrência da espécie cultivada fora da área de cultivo ao gestor da UC. Deve-se observar que as áreas de pastagens do empreendimento podem fornecer áreas potenciais para expansão de uma EEI de planta não cultivada, facilitando o processo de invasão para áreas onde antes não havia ocorrência ou servindo como um *habitat* disponível.

Capacitação sobre espécies exóticas e invasões biológicas

- No caso de criações de animais, apresentar um programa de capacitação envolvendo os profissionais e equipes das atividades e as comunidades ao redor contendo: (1) ações de educação ambiental para esclarecer sobre o impacto de EEI cultivada; (2) listagens e materiais, preferencialmente ilustrados, sobre outras EEIs comuns na região ou no estado, para identificar e informar

- a ocorrência da espécie no local da atividade; (3) capacitação na identificação da espécie criada em suas diferentes fases e observando dimorfismo sexual e etário; (4) treinamentos e simulações periódicas no programa de contenção e (5) aplicação de métodos de controle e erradicação.
- No caso de cultivo de pastagens ou outras plantas forrageiras, apresentar um programa de capacitação envolvendo os profissionais e equipes das atividades e as comunidades ao redor contendo: (1) ações de educação ambiental para esclarecer sobre o impacto de EEIs de plantas e invertebrados terrestres; (2) produção e divulgação de listas e materiais, preferencialmente ilustrados, sobre EEIs comuns na região ou no estado, para identificar e informar a ocorrência da espécie no local da atividade; (3) divulgação de informações referentes a limpeza de calçados, roupas e equipamentos pessoais após realizar manejo de EEIs ou transitar em áreas invadidas; (4) capacitação para a detecção de EEIs e aplicação de procedimentos de controle e monitoramento dos profissionais envolvidos nas atividades do empreendimento e 5) capacitação na identificação de EEIs, inclusive para reconhecer a planta em todas as fases do seu ciclo de vida, incluindo as sementes.
 - Observações:
 - 1) A capacitação de comunidades ao redor visa auxiliar na identificação de escape da espécie cultivada e detecção precoce de outras espécies exóticas.
 - 2) O Guia de Orientação para o Manejo de Espécies Exóticas Invasoras em Unidades de Conservação Federais (Brasil, 2019b) fornece informações que devem ser utilizadas nas capacitações.

A introdução de plantas exóticas para formação de pastagem, como por exemplo a braquiária (*Urochloa* sp.), invadem áreas naturais, como no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, GO.



©Alexandre Sampaio

REFERÊNCIAS

- Australia. 2011. Feral horse (*Equus caballus*) and feral donkey (*Equus asinus*). Department of Sustainability, Environment, Water, Population and Communities. 4p. <<http://www.environment.gov.au/system/files/resources/b32a088c-cd31-4b24-8a7c-70e1880508b5/files/feral-horse.pdf>>. Acesso em: 05/05/2021.
- Baggio R, Medeiros RB, Focht T, Rosa Boavista L, Pillar VD, Müller SC. Effects of initial disturbances and grazing regime on native grassland invasion by *Eragrostis plana* in southern Brazil. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 16(3): 158-165, 2018.
- Brasil. 1981. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Diário Oficial da União. <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=313>>. Acesso em: 28/05/2021.
- Brasil. 1986a. Resolução Conama nº 001, de 23 de janeiro de 1986. Ministério do Meio Ambiente. Diário Oficial da União. <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 28/05/2021.
- Brasil. 1986b. Resolução Conama nº 11, de 18 de março de 1986. Ministério do Meio Ambiente. Diário Oficial da União. <<https://www.icmbio.gov.br/cepsul/legislacao/resolucao/219-1986.html>>. Acesso em: 28/05/2021.
- Brasil. 1997. Resolução Conama nº 237, de 19 de dezembro de 1997. Ministério do Meio Ambiente. Diário Oficial da União. <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>>. Acesso em: 28/05/2021.
- Brasil. 1998a. Portaria Ibama nº 102, de 15 de julho de 1998. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama). Diário Oficial da União. <<https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=102784>>. Acesso em: 28/05/2021.
- Brasil. 1998b. Portaria Ibama nº 93, de 7 de julho de 1998. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama). Diário Oficial da União. <<http://www.ibama.gov.br/phocadownload/legislacao/javali/Portaria93-07julho1998.pdf>>. Acesso em: 28/05/2021.
- Brasil. 2000. Lei n.º 9.985, de 18 de julho de 2000. Diário Oficial da União. <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm>. Acesso em: 28/05/2021.
- Brasil. 2006. Decreto nº 5.741, de 30 de março de 2006. Diário Oficial da União. <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/decreto/d5741.htm>. Acesso em: 28/05/2021.
- Brasil. 2008. Resolução CFMV nº 877, de 15 de fevereiro de 2008. Conselho Federal de Medicina Veterinária. Diário Oficial da União. <<https://crmvsp.gov.br/>>. Acesso em: 28/05/2021.
- Brasil. 2013a. Instrução Normativa Ibama nº 03, de 31 de janeiro de 2013. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama). Diário Oficial da União. <<http://www.ibama.gov.br/legislacao/javali>>. Acesso em: 28/05/2021.
- Brasil. 2013b. Instrução Normativa Ibama nº 6, de 15 de março de 2013. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama). Diário Oficial da União. <<https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=129931>>. Acesso em: 28/05/2021.

Brasil. 2018a. Resolução Conama nº 489, de 26 de outubro de 2018. Ministério do Meio Ambiente. Diário Oficial da União. <https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/47542644/do1-2018-10-29-resolucao-n-489-de-26-de-outubro-de-2018-47542603>. Acesso em: 28/05/2021.

Brasil. 2018b. Pecuária de baixa emissão de carbono: tecnologias de produção mais limpa e aproveitamento econômico dos resíduos da produção de bovinos de corte e leite em sistemas confinados. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Mobilidade Social, do Produtor Rural e do Cooperativismo. 88p. <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/projeto-pecuaria-abc/arquivos-publicacoes/cartilha-carbono-web.pdf>>. Acesso em: 05/05/2021.

Brasil. 2019a. Portaria Ibama nº 2.489, de 9 de julho de 2019. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama). Diário Oficial da União. <<https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-n-2489-de-9-de-julho-de-2019-191677320>>. Acesso em: 28/05/2021.

Brasil. 2019b. Guia de orientação para o manejo de espécies exóticas invasoras em Unidades de Conservação federais. Versão 3. Ministério do Meio Ambiente. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). 135p. <<https://www.icmbio.gov.br/cbc/publicacoes.html>>. Acesso em: 12/12/2020.

Brasil. 2020. Instrução Normativa Nº 10/Gabin/ICMBio, de 17 de agosto de 2020. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). Diário Oficial da União. <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-10/gabin/icmbio-de-17-de-agosto-de-2020-272746925>>. Acesso em: 28/05/2021.

Brasil. Boas práticas e bem-estar animal. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/producao-animadoas-praticas-e-bem-estar-animado>>. Acesso em: 28/05/2021.

Brundu G, *et al.* Global guidelines for the sustainable use of non-native trees to prevent tree invasions and mitigate their negative impacts. *NeoBiota*, 61: 65-116, 2020.

Canada. Criteria for medium security quarantine facilities. Canadian Food Inspection Agency. <<https://www.inspection.gc.ca/animal-health/terrestrial-animals/imports/import-policies/live-animals/quarantine-facilities/medium-security/eng/1321109923418/1321110259785>>. Acesso em: 01/03/2021.

CCAC (Canadian Council on Animal Care). 2009. CCAC guidelines on: the care and use of farm animals in research, teaching and testing. 166p. <<https://www.ccac.ca/Documents/Standards/Guidelines/FarmAnimals.pdf>>. Acesso em: 01/03/2021.

CFBio (Conselho Federal de Biologia). <<https://cfbio.gov.br/>>. Acesso em: 05/05/2021.

Chapla TE, Campos JB. Allelopathic evidence in exotic guava (*Psidium guajava* L.). *Brazilian archives of Biology and Technology*, 53(6): 1359-1362, 2010.

Chuong J, Huxley J, Spotswood EN, Nichols L, Mariotte P, Suding KN. Cattle as dispersal vectors of invasive and introduced plants in a California annual grassland. *Rangeland Ecology & Management*, 69(1): 52-58, 2016.

Chynoweth MW, Litton CM, Lepczyk CA, Hess SC, Cordell S. Biology and impacts of Pacific Island invasive species. 9. *Capra hircus*, the feral goat (Mammalia: Bovidae). *Pacific Science*, 67(2): 141-156, 2013.

Coelho R, Jacques J, Molinos N, Reis T, Mendina LH, Wallau M. 2018. Guia para o produtor rural: controle de porcos ferais: javalis. Construção de jaula curral modelo pampa. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). Grupo Javali no Pampa. 16p. <https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/publicacoes/publicacoes-diversas/guia_para_produtor_rural_controle_javalis_jaula_curral_modelo_pampa.pdf>. Acesso em: 05/05/2021.

Diamond J. Evolution, consequences and future of plant and animal domestication. *Nature*, 418(6898): 700-707, 2002.

Dias DM, Massara RL, Bocchiglieri A. Use of *habitats* by donkeys and cattle within a protected area of the Caatinga dry forest biome in northeastern Brazil. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 17(2): 64-70, 2019.

Dias-Filho MB. 2017. Manejo profissional da pastagem: fundamento para uma pecuária empresarial. Embrapa Amazônia Oriental. 30p. <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1069803#:~:text=Manejo%20profissional%20da%20pastagem%3A%20fundamento%20para%20uma%20pecu%C3%A1ria%20empresarial,-Fonte%2FImprensa%3A&text=Nesta%20obra%20%C3%A9%20discutida%20a,uma%20atividade%20de%20cunho%20empresarial>> Acesso em: 20/05/2021.

Driscoll DA, *et al.* New pasture plants intensify invasive species risk. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(46): 16622-16627, 2014.

Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). Pecuária. <<https://www.embrapa.br/grandes-contribuicoes-para-a-agricultura-brasileira/pecuaria>>. Acesso em: 10/06/2021.

FAO (Food and Agriculture Organization). 2020. Biodiversity and the livestock sector: guidelines for quantitative assessment. Version 1. Livestock Environmental Assessment and Performance Partnership (FAO LEAP). 140 p. <<http://www.fao.org/3/ca9295en/CA9295EN.pdf>>. Acesso em: 20/05/2021.

FAO (Food and Agriculture Organization). Domestic animal diversity information system (DAD-IS). <<http://dad.fao.org/>>. Acesso em: 01/03/2021.

Guarino ESG, Lucas RR, Sousa LP, Miura AK, Gomes GC. 2018. Cortinas vegetais: usos e conceitos. Embrapa Clima Temperado. 20p. <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/189123/1/DOCUMENTO-475.pdf>>. Acesso em: 01/03/2021.

Hoffmann I. Livestock biodiversity. *Revue Scientifique et Technique*, 29(1): 73, 2010.

Hoffmann WA, Haridasan M. The invasive grass, *Melinis minutiflora*, inhibits tree regeneration in a neotropical savanna. *Austral Ecology*, 33(1): 29-36, 2008.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Pesquisa da Pecuária Municipal – PPM. <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?=&t=o-que-e>>. Acesso em: 10/06/2021.

IUCN (International Union for Conservation of Nature). 2017. Guidance for interpretation of CBD categories on introduction pathways. Technical note prepared by IUCN for the European Commission. 108p. <<https://www.cbd.int/doc/c/9d85/3bc5/d640f059d03acd717602cd76/sbstta-22-inf-09-en.pdf>> Acesso em: 17/08/2020.

Kolbek JIRI, Alves RJV. Impacts of cattle, fire and wind in Rocky Savannas, Southeastern Brazil. *Acta Universitatis Carolinae Environmentalica*, 22: 111-130, 2008.

- Leão TCC, Almeida WR, Dechoum MS, Ziller SR. 2011. Espécies exóticas invasoras no Nordeste do Brasil: contextualização, manejo e políticas públicas. Capan. Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental. 99p.
- Linder HP, Lehmann CE, Archibald S, Osborne CP, Richardson DM. Global grass (Poaceae) success underpinned by traits facilitating colonization, persistence and *habitat* transformation. *Biological Reviews*, 93(2): 1125-1144, 2018.
- Lockwood JL, Hoopes MF, Marchetti MP. 2007. *Invasion ecology*. Blackwell. 313p.
- Long K, Robley, A. 2004a. Cost effective feral animal exclusion fencing for areas of high conservation value in Australia. Part 1. Department of the Environment and Heritage. 58p. <<https://www.environment.gov.au/system/files/resources/b39c119e-c58a-4473-9507-db68da31a95c/files/fencing.pdf>>. Acesso em: 05/05/2021.
- Long K, Robley, A. 2004b. Cost effective feral animal exclusion fencing for areas of high conservation value in Australia. Part 2. Catalogue of fence designs. Department of the Environment and Heritage. 25p. <<https://www.awe.gov.au/sites/default/files/documents/fencing.pdf>>. Acesso em: 05/05/2021.
- Lowe S, Browne M, Boudjelas S, De Poorter M. 2000. 100 of the world's worst invasive alien species: a selection from the global invasive species database. The Invasive Species Specialist Group of the Species Survival Commission (SSC) of the World Conservation Union (IUCN). 12p.
- Mao DJ, Xie JF, Quan GM, Zhang JE. Effects of *Bidens pilosa* aqueous extracts on germination and seedling growth of two pastures. *Journal of Foshan University (Natural and Science Edition)*, 28(5): 7-11, 2010.
- MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). Produção animal. <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/producao-anim>>. Acesso em: 10/06/2021.
- Marty JT. Effects of cattle grazing on diversity in ephemeral wetlands. *Conservation Biology*, 19(5): 1626-1632, 2005.
- Medeiros RB, Focht T. Invasão, prevenção, controle e utilização do capim-annoni-2 (*Eragrostis plana* Nees) no Rio Grande do Sul, Brasil. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, 13(1/2): 105-114, 2007.
- Mello TJ, Oliveira AAD. Making a bad situation worse: an invasive species altering the balance of interactions between local species. *PloS One*, 11(3): e0152070, 2016.
- Mutze G, Bird P, Cooke B, Henzell R. 2008. Geographic and seasonal variation in the impact of rabbit haemorrhagic disease on European rabbits, *Oryctolagus cuniculus*, and rabbit damage in Australia, p. 279-293. In: Alves PC, Ferrand N, Hackländer K (eds.). *Lagomorph biology: evolution, ecology, and conservation*. Springer, Berlin, Heidelberg. 414p.
- Nascimento CES, *et al.* The introduced tree *Prosopis juliflora* is a serious threat to native species of the Brazilian Caatinga vegetation. *Science of the Total Environment*, 481: 108-113, 2014.
- New Zealand. 2019. Drystock biosecurity guidelines: seven intervention points for on-farm biosecurity. Beef + Lamb New Zealand and Deer Industry New Zealand. 10p. <<https://beeflambnz.com/knowledge-hub/PDF/FS067drystock-biosecurity-guidelines>>. Acesso em: 05/05/2021.

- Novillo A, Ojeda RA. The exotic mammals of Argentina. *Biological Invasions*, 10(8): 1333-1344, 2008.
- OIE (World Organisation for Animal Health). <<https://www.oie.int/en/home/>>. Acesso em: 05/05/2021.
- Ontario. Recovery protocol for escaped or released farmed deer and elk. Ontario Ministry of Agriculture Food and Rural Affairs. <http://www.omafra.gov.on.ca/english/livestock/alternat/facts/info_recovery_protocol.htm>. Acesso em: 05/05/2021.
- Owen M, Callaghan D, Kirby J. 2006. Guidelines on avoidance of introductions of non-native waterbird species. AEWA Technical Series, 12. 36p. <<https://www.unep-awea.org/en/publication/awea-conservation-guidelines-no-10-guidelines-avoidance-introductions-non-native>>. Acesso em: 05/05/2021.
- Paraná. 2020. Resolução CEMA nº 107/2020. Conselho Estadual do Meio Ambiente. Diário Oficial do Estado do Paraná. <<https://www.legislacao.pr.gov.br/legislacao/listarAtosAno.do?action=exibir&codAto=239356&indice=1&totalRegistros=2&anoSpan=2020&anoSelecionado=2020&mesSelecionado=0&isPaginado=true>>. Acesso em: 28/05/2021.
- Petty AM, Werner PA, Lehmann CE, Riley JE, Banfai DS, Elliott LP. Savanna responses to feral buffalo in Kakadu National Park, Australia. *Ecological Monographs*, 77(3): 441-463, 2007.
- Pimentel D, *et al.* Economic and environmental threats of alien plant, animal, and microbe invasions. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 84(1): 1-20, 2001.
- Potts SG, *et al.* Safeguarding pollinators and their values to human well-being. *Nature*, 540(7632): 220-229, 2016.
- Quintela FM, Santos MB, Oliveira SV, Costa RC, Christoff AU. Javalis e porcos ferais (*Suidae*, *Sus scrofa*) na Restinga de Rio Grande, RS, Brasil: ecossistemas de ocorrência e dados preliminares sobre impactos ambientais. *Neotropical Biology & Conservation*, 5(3): 2010.
- Rejmánek M, Richardson DM, Higgins SI, Pitcairn MJ, Grotkopp E. Ecology of invasive plants: state of the art. *Scope-scientific Committee on Problems of the Environment International Council of Scientific Unions*, 63: 104, 2005.
- Ribaski J, Drumond MA, Oliveira VR, Nascimento CDS. 2009. Algaroba (*Prosopis juliflora*): árvore de uso múltiplo para a região semiárida brasileira. Embrapa Florestas. Comunicado Técnico 240. 8p. <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPF-2010/46391/1/CT240.pdf>>. Acesso em: 20/04/2021.
- Rosa CA, Almeida Curi NH, Puertas F, Passamani M. Alien terrestrial mammals in Brazil: current status and management. *Biological Invasions*, 19(7): 2101-2123, 2017.
- Santa Catarina, 2017. Resolução Consema nº 98, de 5 de maio de 2017. Conselho Estadual do Meio Ambiente de Santa Catarina. Diário Oficial do Estado de Santa Catarina. <<https://www.sde.sc.gov.br/index.php/biblioteca/consema/legislacao/resolucoes/654--56/file>>. Acesso em: 28/05/2021.

Santa Catarina, 2019a. Instrução Normativa IMA nº 69, de outubro de 2019. Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina. Diário Oficial do Estado de Santa Catarina. <<https://www.ima.sc.gov.br/>>. Acesso em: 28/05/2021.

Santa Catarina, 2019b. Resolução Consema nº 143, de 1 de novembro de 2019. Conselho Estadual do Meio Ambiente de Santa Catarina. Diário Oficial do Estado de Santa Catarina. <<https://www.sde.sc.gov.br/index.php/biblioteca/consema/legislacao/resolucoes/1242-resolucao-consema-n-143-2019/file>>. Acesso em: 28/05/2021.

UE (União Europeia). 2014. Regulamento (UE) nº 1143/2014 do Parlamento Europeu e do Conselho de 22 de outubro de 2014 relativo à prevenção e gestão da introdução e propagação de espécies exóticas invasoras. Jornal Oficial da União Europeia, p. 317/35-55. <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014R1143&from=EN>>. Acesso em: 22/05/2021.

UNEP (United Nations Environment Programme), CBD (Convention on Biological Diversity), SBSTTA (Subsidiary Body on Scientific, Technical and Technological Advice). 2014a. Management of risks associated with introduction of alien species as pets, aquarium and terrarium species, and as live bait and live food, and related issues. 18p. <<https://www.cbd.int/doc/meetings/sbstta/sbstta-18/official/sbstta-18-08-en.pdf>>. Acesso em: 01/03/2021.

UNEP (United Nations Environment Programme), CBD (Convention on Biological Diversity), SBSTTA (Subsidiary Body on Scientific, Technical and Technological Advice). 2014b. Pathways of introduction of invasive species, their prioritization and management. 18p. <<https://www.cbd.int/doc/meetings/sbstta/sbstta-18/official/sbstta-18-09-add1-en.pdf>>. Acesso em: 01/06/2021.

Williams DG, Baruch Z. African grass invasion in the Americas: ecosystem consequences and the role of ecophysiology. *Biological Invasions*, 2(2): 123-140, 2000.

Wittenberg R, Cock MJW (eds.). 2001. Invasive alien species: a toolkit of best prevention and management practices. CAB International. 228p. <<https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2001-040.pdf>>. Acesso em: 20/05/2021.

Young AE, Macaulay LT, Larson SR, Van Eenennaam AL. 2020. Livestock impact on biodiversity, p.305-337. In: Gustafson JP, Raven PH, Ehrlich PR. (eds.). *Population, agriculture, and biodiversity: problems and prospects*, 448p.

Zenni RD, Ziller SR. An overview of invasive plants in Brazil. *Brazilian Journal of Botany*, 34(3): 431-446, 2011.



Animais exóticos invasores criados em cativeiro ou em ambientes controlados podem escapar das instalações de confinamento ou serem irregularmente liberados na natureza. Em alguns casos, podem reproduzir com animais nativos e gerar híbridos como *Callithrix penicillata* x *C. geoffroyi*.

©Layza Aleixo Gomes / Universidade Federal de Viçosa

CAPÍTULO 10: ATIVIDADE DE USO E MANEJO DA FAUNA EXÓTICA EM CATIVEIRO



QUAIS SÃO AS ATIVIDADES QUE GERAM IMPACTOS ASSOCIADOS À INVASÃO BIOLÓGICA?

As atividades de criação e exploração econômica de fauna exótica em cativeiro (*ex situ*) podem gerar impactos associados à invasão biológica. Essas atividades visam atender às finalidades socioculturais, pesquisa científica, ensino e extensão, conservação, exposição, manutenção, criação, reprodução, comercialização, abate e beneficiamento de produtos e subprodutos. Assim, a criação de fauna é apresentada em diferentes categorias de empreendimentos que fazem uso e manejo da fauna em cativeiro, previstas na Resolução Conama nº 489/2018 (Brasil, 2018b). A categoria de criadouro comercial tem maior potencial para a introdução e dispersão de EEIs, pois apresenta um contingente razoável de animais, altas taxas de reprodução e variedade de espécies quando comparada às outras categorias. Os criadouros comerciais de fauna atendem, em geral, ao mercado de animais de estimação e ao mercado de partes e produtos. O cenário da criação comercial que atende a esses mercados é variado, com diferentes tipos de cativeiros e instalações, formas de manejo e espécies associadas. Normalmente, o mercado de animais de estimação é caracterizado pela alta quantidade de empreendimentos com poucos indivíduos e alta diversidade de espécies. Por outro lado, o mercado de partes e produtos é focado no manejo das espécies criadas para produzir a maior quantidade possível de animais, sendo caracterizado por ter poucos empreendimentos com baixa diversidade de espécies e muitos indivíduos (Trajano & Carneiro, 2019).

Assim, este Capítulo tem como foco a atividade de criação de fauna exótica em criadouro comercial, porém, outras categorias previstas na Resolução Conama nº 489/2018 (Brasil, 2018b) podem ser consideradas quando necessário. A atividade de pecuária e produção animal, relacionada à criação de fauna doméstica, é apresentada no Capítulo 9 e as atividades de criações de espécies aquáticas são tratadas no Capítulo 8, como aquicultura marinha e aquático-continental.

Em alguns casos, a criação comercial de fauna silvestre pode ser considerada uma possível ferramenta de conservação, podendo ajudar a aliviar a pressão sobre as populações selvagens de espécies nativas (Tensen, 2016). Porém, para muitas espécies, pode ocorrer o efeito oposto ao desejado para a conservação, pois além do risco de introdução da EEI há o risco de introdução e disseminação de patógenos exóticos (Reed, 2005; Can *et al.*, 2019). Animais de estimação representam 23% do mercado nacional de animais exóticos, sendo que das 20 espécies com mais vendas declaradas no Brasil, 40% são exóticas (Trajano & Carneiro, 2019). A sexta espécie mais comercializada no Brasil é uma espécie de alto potencial invasor (GISD, 2021): o periqui-

to-de-colar (*Psittacula krameri*). Sabe-se que algumas introduções e dispersões de espécies exóticas no Brasil ocorreram a partir do interesse na criação de animais em criadouros comerciais, como o bico-de-lacre (*Estrilda astrild*) e o caramujo-africano (*Achatina fulica*) (Thiengo *et al.*, 2007; Silva *et al.*, 2018). Para alguns grupos de vertebrados, como répteis e anfíbios, o comércio de animais de estimação contribuiu com o maior número de EEIs estabelecidas em todo o mundo (Reed, 2005; Kraus, 2009). Além disso, os riscos representados por patógenos exóticos e de zoonoses emergentes não devem ser subestimados (Can *et al.*, 2019).

QUAIS AS VIAS E OS VETORES DE INTRODUÇÃO E DISPERSÃO DE EEIS ASSOCIADOS À ATIVIDADE?

A introdução de EEIs no meio ambiente ocorre a partir de atividades de criações de fauna exótica, sendo este o vetor. A principal via de introdução e dispersão dessas EEIs é o escape do cativeiro ou de ambientes controlados, como currais e gaiolas, para o ambiente natural. O escape do confinamento é definido como “não intencional”, mesmo que o movimento primário da espécie para o confinamento tenha sido intencional (UNEP *et al.*, 2014b). A entrada de espécies exóticas em áreas naturais ocorre por meio de vários modos de escape, como escape de animais de estimação, disseminação de plantas aquáticas usadas em lagos ou aquários durante inundações, descarte inadequado de água e substrato utilizados nas criações contendo fragmentos de plantas, sementes, ovos, larvas e indivíduos (ERA, 2020). Assim, o escape pode ocorrer devido a falhas nas operações de manejo e contenção, danos causados por eventos climáticos e falta de planejamento das instalações. Também pode ocorrer o “escape facilitado”, onde os animais criados são ajudados a escapar ou são soltos no ambiente natural por grupos que são contra a criação de animais, por exemplo, ou pelo empreendedor, por meio de instalações de criação inadequadas, ou até mesmo nos casos de desinstalação por falência ou abandono (UNEP *et al.*, 2014b; IUCN, 2017).

Deve-se considerar que a atividade de criação de fauna exótica para o comércio de animais de estimação é relacionada ao estabelecimento de várias EEIs em todo o mundo, onde muitos indivíduos são soltos ou escapam do confinamento enquanto estão sob os cuidados de importadores, atacadistas, varejistas ou consumidores (Lockwood *et al.*, 2019). Embora a maioria dos animais de estimação soltos geralmente não sobreviva em ambiente natural, espécies generalistas e oportunistas ou aquelas bem adaptadas

Os psitacídeos (ex.: papagaios e periquitos) são as aves mais populares criadas como animais de estimação e são conhecidos pelo sucesso em se estabelecerem em novos ambientes como resultado de fugas acidentais ou solturas deliberadas. Além do risco de introdução da espécie exótica há o risco de introdução e disseminação de patógenos exóticos, a partir de criações de aves exóticas, como *Chalcopsitta atra*.



©Edilson Enamerli

para as condições do *habitat* receptor podem sobreviver e estabelecer populações (Davenport & Collins, 2016). Indivíduos libertados, mesmo que não consigam se reproduzir, podem ainda preda, competir por territórios ou recursos com espécies nativas, além de transmitir agentes infecciosos. As espécies de animais que são transportadas entre locais têm o potencial de abrigarem uma variedade de organismos como bactérias, vírus, protozoários, entre outros, podendo carrear esses organismos para o novo local. O comércio internacional de aves, por exemplo, pode ter impulsionado a disseminação de doenças infecciosas e o surgimento de zoonoses que podem afetar aves nativas, particularmente aquelas que compartilham *habitat* ou ninhos com espécies invasoras (Morinha *et al.*, 2020).

QUAIS AS TIPOLOGIAS DE EMPREENDIMENTOS QUE REALIZAM A ATIVIDADE?

As tipologias de empreendimentos que realizam a atividade de criação e exploração econômica de fauna exótica e de fauna silvestre são previstas na Resolução Conama nº 489/2018 (Brasil, 2018b). Os empreendimentos comerciais de animais vivos da fauna silvestre ou fauna exótica que possuem instalações de cativeiro são sujeitos a controle e fiscalização ambiental. As categorias de empreendimentos que fazem uso e manejo da fauna silvestre exótica em cativeiro, a serem autorizadas, reguladas ou controladas, são estabelecidas na Resolução Conama nº 489/2018 (Brasil, 2018b) e Instrução Normativa Ibama nº 07/2015 (Brasil, 2015) e, em alguns casos, legislações estaduais.

Deve-se observar que a implantação de novos empreendimentos de criadouros comerciais de algumas espécies exóticas é proibida em legislações federais e estaduais, como é o caso do molusco *Achatina fulica*, proibida pela Instrução Normativa Ibama nº 73/2005 (Brasil, 2005a). Ainda, segundo a Lei nº 5.197/67 (Brasil, 1967), existe a necessidade de parecer técnico oficial favorável e licença expedida na forma da lei para que ocorra o ingresso de espécie exótica no Brasil e a Portaria Ibama nº 93/98 (Brasil, 1998) impõe restrições à importação de espécimes vivos para fins de criação com fins comerciais de determinados táxons.

QUAIS AS EEIS OU GRUPOS TAXONÔMICOS ASSOCIADOS À ATIVIDADE?

As EEIs associadas às atividades de criação e comercialização de fauna exótica silvestre são organismos que não são classificados como fauna doméstica de acordo com a legislação vigente; em geral são mamíferos, aves, répteis e anfíbios criados para atender ao mercado de animais de estimação e ao mercado de partes e produtos. Os sistemas de produção são baseados principalmente em espécies exóticas, conforme a definição da CDB (espécies introduzidas em uma área fora de sua área de distribuição natural), ou seja, espécies originárias de outros países, continentes ou ainda transferidas de biomas e outras bacias hidrográficas brasileiras. A Resolução Conama nº 413/2009 (Brasil, 2009b) utiliza o termo “espécies alóctones” para designar espécies nativas de uma Unidade Geográfica Referencial no território nacional e que são introduzidas em outra. É importante ressaltar que a definição da CDB não faz distinção de divisão política ou de espécie com ocorrência nativa dentro do mesmo país, uma vez que declara espécie exótica como aquela que ocorre fora da sua área de distribuição natural. Portanto, as espécies alóctones são consideradas exóticas neste Guia.

Atualmente é conhecida a ocorrência de duas EEIs em UCs federais que são associadas à atividade de criação e comercialização: o rato-do-banhado (*Myocastor coypus*) e o chital ou cervo-axis (*Axis axis*). Ambas as espécies foram inicialmente introduzidas em fazendas comerciais para caça, produção de pele, carne e outros produtos. *Myocastor coypus* é nativo na região do extremo sul do Brasil (bioma Pampa) e atualmente invade a região Sudeste, podendo causar alteração de *habitat* naturais por meio de herbivoria da vegetação aquática e escavação nas margens de rios (Bertolino & Genovesi, 2007; Pereira *et al.*, 2020).

A espécie é classificada como uma das 100 piores espécies invasoras do mundo (Lowe *et al.*, 2000). Por sua vez, *A. axis* foi introduzido em vários países como uma espécie ornamental, como recurso alimentar e para a caça esportiva. No Brasil, sua presença é registrada em áreas da região Sul, especialmente no bioma Pampa (Preuss *et al.*, 2020), que são próximas à divisa com Uruguai e Argentina, países onde a espécie também é exótica e está estabelecida. Assim, é provável que tenha ocorrido a dispersão de animais a partir de fazendas desses países (Rosa *et al.*, 2017). No entanto, também há criação dessa espécie no Brasil. Dentre os possíveis impactos negativos associados ao chital, estão a competição com cervídeos nativos e a modificação de *habitat* e da vegetação, por meio da herbivoria (Etges, 2016; Davis *et al.*, 2016).

A criação de fauna para o mercado de animais de estimação está associada à introdução e dispersão de, no mínimo, cinco EEl que ocorrem e impactam UCs federais. As espécies originárias de outros países são a tartaruga-de-orelha-vermelha (*Trachemys scripta elegans*), que pode cruzar com espécies nativas e causar perda genética, além de competir por recursos (Rodrigues *et al.*, 2016) e o bico-de-lacre (*Estrilda astrild*), uma ave que dispersa gramíneas exóticas invasoras e impacta pastagens nativas (Silva *et al.*, 2018). Também espécies nativas do Brasil, mas que ao serem introduzidos em biomas diferentes de sua área de distribuição natural podem causar impactos à biodiversidade, como o sagui-de-tufos-pretos (*Callithrix penicillata*) e o sagui-de-tufos-brancos (*Callithrix jacchus*), que causam predação da fauna nativa, competição com congêneres nativos e hibridação (Vale *et al.*, 2020) e o mico-de-cheiro (*Saimiri sciureus*) que pode competir com espécies nativas de primatas e alterar seus padrões de comportamento (Camarotti *et al.*, 2015).

Além das espécies já descritas, é importante ressaltar que novas invasões biológicas em UCs federais podem ocorrer a partir de outras espécies exóticas que já estão estabelecidas no Brasil, mas ainda sem registros confirmados no interior de UC federal, ou que são criadas no país, mas ainda sem ocorrência em áreas naturais ou, ainda, que ainda não são criadas no Brasil. Afinal, é numerosa a quantidade de animais exóticos criados, no Brasil e no mundo, que podem se tornar invasoras, como é o caso de algumas serpentes do gênero *Python* e outros répteis frequentemente criados em cativeiros e reconhecidamente invasores em outros países (Reed *et al.*, 2005; Fonseca *et al.*, 2017; Alves *et al.*, 2019). O mercado de animais exóticos de estimação é o mais representativo e crescente, com implicações tanto para a conservação da biodiversidade quanto para o surgimento de espécies exóticas invasoras. Essa via de introdução já ocasionou o estabelecimento de diversos organismos exóticos em todo o mundo e pode contribuir para o estabelecimento de outros no futuro (Lockwood *et al.*, 2019).

Além disso, as instalações das criações de fauna podem fornecer recursos, atrativos e *habitat* disponíveis para o estabelecimento de espécies sinantrópicas exóticas, facilitando o processo de invasão e ampliando a expansão para novas áreas onde antes não havia ocorrência.

AMBIENTES DE MAIOR SUSCETIBILIDADE À INVASÃO

Em geral, os ambientes de maior suscetibilidade à invasão de organismos criados em cativeiros são as áreas circundantes ao empreendimento e instalações. Ambientes onde os animais podem buscar abrigo, alimento, água e descanso também são suscetíveis à invasões como planícies inundáveis com pastagens naturais e próximos de remanescentes florestais, locais com presença de corpos d'água e disponibilidade de recursos. Deve-se observar os hábitos e as características de cada espécie criada para definir os ambientes mais suscetíveis. Criações de espécies exóticas que podem dispersar propágulos ou patógenos pela água devem considerar áreas de descarga de efluentes, drenagens e canais também como ambientes de maior suscetibilidade à invasão.

MEDIDAS PREVENTIVAS (PROGRAMA DE PREVENÇÃO)

Requisitos são estabelecidos na Resolução Conama nº 489/2018 (Brasil, 2018b) e Instrução Normativa Ibama nº 07/2015 (Brasil, 2015) com relação ao risco do potencial invasor das espécies pretendidas para o empreendimento e também aos sistemas de contenção e procedimentos para evitar escapes. No entanto, é importante adotar medidas complementares e abordar situações pertinentes à prevenção de invasão, a fim de orientar e auxiliar a equipe gestora da UC na identificação prévia dos possíveis riscos e impactos associados à atividade quando implementada na UC ou em sua ZA, ou em áreas próximas e ambientes conectados. Para o licenciamento de cativeiros próximos às UCs federais, frequentemente os órgãos licenciadores podem requerer apenas ciência do ICMBio, no entanto, a depender do porte e das espécies criadas, se houver necessidade de submissão de Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental – EIA/RIMA, os órgãos licenciadores requisitam autorização do ICMBio. Por tanto, para cada caso, a legislação estadual deve ser consultada. No caso apenas da ciência, não cabe ao gestor da UC exigir medidas a serem implementadas, portanto, o texto das medidas preventivas deve ser alterado para possuir caráter sugestivo, não de exigência.

Havendo a possibilidade de escape de organismos a partir do cativeiro, a forma mais efetiva de prevenção é que empreendimentos localizados no interior ou no entorno de UC não contemplem o uso de EEIs com alto potencial de causar impactos à biodiversidade nativa. As restrições de criação de espécies exóticas nas UCs e em suas ZAs devem estar estabelecidas em plano de manejo da UC ou legislação vigente. No entanto, quando não for possível evitar o uso dessas espécies na criação, recomenda-se a adoção de medidas de prevenção e contenção para reduzir a dispersão e impactos associados.

Logo, as estratégias para prevenir a invasão associada às atividades de uso e manejo de fauna exótica em cativeiro apresentadas a seguir são voltadas, em geral, para a instalação e estruturas de contenção do empreendimento, operação e práticas de manejo, monitoramento e planejamento em caso de escape, além da capacitação dos funcionários. As estratégias operacionais, quando aliadas às estratégias estruturais, são eficazes e podem também oferecer retorno positivo ao empreendedor ao minimizar o escape das espécies e evitar doenças. Porém, deve-se reconhecer que sempre haverá o risco de escape e incidência de patógenos.

A seguir, são sugeridas medidas de prevenção à invasão biológica a serem implementadas na ZA ou dentro da própria UC, quando possível a implantação da atividade de cativeiros de fauna exótica de acordo com a legislação vigente ou plano de manejo. Durante o processo de elaboração ou revisão do plano de manejo da UC, recomendamos avaliar e indicar possíveis restrições do cultivo de espécies exóticas em seu interior ou ZA.

Para a elaboração das medidas de prevenção associadas às atividades de uso e manejo de fauna em cativeiro, foram consultados documentos nacionais e internacionais, em especial a Portaria IMA nº 102/2020 (Santa Catarina, 2020b); Portaria IMA nº 17/2020 (Santa Catarina, 2020a) e o Regulamento (UE) nº 1143/2014 (UE, 2014), sobre a prevenção e gestão da introdução e propagação de espécies exóticas invasoras, um protocolo de recuperação de animais que escaparam (Ontario, 2021), documentos com orientações para implantar instalações mais seguras (Canadá, 2021; Owen *et al.*, 2006; Coelho *et al.*, 2018; ERA, 2020) e melhores práticas de gestão e bem-estar animal (Hewitt *et al.*, 2006; CCAC, 2009; UNEP *et al.*, 2014a; Davenport & Collins, 2016; Nichols, 2018) e manejo de plantas usadas nos cativeiros (Ribaski *et al.*, 2009; Brundu *et al.*, 2020). Essas medidas foram elaboradas e avaliadas em oficinas de trabalho e em consulta a especialistas, com ajustes e inclusões de novas medidas para atender às peculiaridades do processo de gestão das UCs. É importante ressaltar que essas medidas podem ser adaptadas de acordo com cada empreendimento, espécie e UC.

Instalação do empreendimento e estruturas de contenção

- Evitar, quando possível e após análise, a criação de organismos exóticos em ZA e no entorno imediato da UC. Deve-se observar que a instalação de novos empreendimentos com EEIs é restrita dentro de UCs de determinadas categorias, conforme a Lei n.º 9.985/2000 (Brasil, 2000), podendo, no caso de UCs federais, por exemplo, o ICMBio analisar e avaliar tecnicamente os impactos que as atividades ou empreendimentos venham a causar, conforme a Instrução Normativa ICM-Bio nº 10/2020 (Brasil, 2020). A implementação da atividade pode ser vedada em alguns casos, de acordo com a legislação específica vigente ou plano de manejo da UC, se houver. Além disso, a Resolução Conama nº 489/2018 (Brasil, 2018b) estabelece que o órgão ambiental competente deverá verificar o risco do potencial invasor das espécies pretendidas para o empreendimento.
- Exigir que a criação de espécies exóticas em cativeiro tenha sistema de contenção adequado.
 - Observação: os organismos são considerados mantidos em contenção se as seguintes condições forem atendidas:
 - (a) os espécimes estão fisicamente isolados e sem possibilidade de escaparem, espalharem-se ou serem removidos por pessoas não autorizadas;
 - (b) os protocolos de limpeza, manuseio de resíduos e manutenção garantem que nenhum indivíduo ou propágulo reproduzível possa escapar, se espalhar ou ser removida por pessoas não autorizadas e
 - (c) a remoção dos espécimes das criações, a eliminação ou o abate sem crueldade é efetuada de forma a excluir a propagação ou reprodução fora das instalações.
- Apresentar um plano de construção e conservação das instalações do empreendimento, contendo: 1) descrição da estrutura utilizada e posicionamento dessas estruturas; 2) comprovação que a estrutura utilizada impeça o escape de indivíduos e predação ou cruzamento por outros animais, conforme observações abaixo; 3) cronograma de ações com previsão da periodicidade das vistorias para diagnóstico de reparo das estruturas, considerando falhas operacionais, danos causados por outros organismos e eventos climáticos cotidianos e adversos e 4) cronograma de elaboração de relatórios de vistoria, laudos sanitários e das ações de reparo que foram tomadas, com detalhamento dos procedimentos.
 - Observações:
 - 1) Para evitar o escape, deve-se instalar contenção adequada dos animais. A construção da cerca e gaiolas (material utilizado, sistema simples ou duplo e altura) deve levar em consideração a espécie que está sendo criada, predadores na área circundante e características da região. A presença de predadores ao redor dos empreendimentos pode ocasionalmente causar danos nessas estruturas e facilitar o escape dos animais da criação.
 - 2) As instalações devem ser projetadas para proteger os animais da criação contra a predação e o cruzamento com outros animais livres e os métodos usados não devem afetar adversamente o meio ambiente e ou espécies nativas. Impedir a predação é importante para a prevenção de introduções e dispersão. O cruzamento de indivíduos da criação com animais de vida livre pode multiplicar o *pool* gênico feral invasor. Opções de matérias-primas e especificações de construção das cercas que foram usadas para excluir os animais selvagens na Austrália podem ser consultadas em *Cost effective feral animal exclusion fencing for areas of high conservation value in Australia* (Long & Robley, 2004a) e em *Catalogue of fence designs* (Long & Robley, 2004b).
 - 3) Descrever os métodos e ações de contenção empregados nas etapas de manutenção, transporte e manejo para evitar o escape de todas as fases da vida de espécies exóticas cultivadas.

Qualquer proposta de método de contenção, que não afete adversamente o meio ambiente e ou espécies nativas, e que efetivamente impeça o escape dessas espécies pode ser utilizado. A Resolução Conama nº 489/2018 (Brasil, 2018b) e Instrução Normativa Ibama nº 07/2015 (Brasil, 2015) exigem a descrição de sistemas de contenção e procedimentos para evitar escapes.

4) Os procedimentos e estruturas de contenção e confinamento devem ser feitos evitando o sofrimento animal desnecessário. É importante observar que o espaço adequado, a sombra, a água, o alimento e o bloqueio visual, em alguns casos, além de respeitar a vida animal, melhora a eficiência da contenção, pois o animal com menor estresse diminui seu esforço para a fuga, com menos danos à estrutura de contenção. As medidas devem prezar pelo bem estar dos animais e conforme legislação vigente e recomendações da OIE (2021).

5) Para a criação e produção de aves, deve-se evitar a criação em aviários abertos (sem telhado ou rede fechada). A inclusão de rede fechada é necessária para evitar a fuga dos animais, o contato com as espécies nativas e a disseminação de patógenos para a biodiversidade nativa. Adicionalmente, medidas não cirúrgicas podem ser tomadas para tornar os indivíduos incapazes de voar, desde que não impliquem maus-tratos aos animais, conforme a Resolução CFMV nº 877/2008 (Brasil, 2008a). O empreendedor pode apresentar outras propostas para evitar o escape e contato com outras aves.

6) Garantir que aberturas como janelas, portas, saídas de ar e aberturas de chaminés sejam mantidas fechadas ou protegidas por telas ou grades. As portas de acesso ao criadouro devem ser duplas, com espaço entre uma e outra para que se possa evitar o acesso dos animais ao meio exterior. Quando possível, instalar sistema de fechamento automático para impedir que as portas permaneçam abertas e viabilizem o escape de animais.

7) As gaiolas ou viveiros para coelhos (*hutches*) e outros animais com hábito de roer devem ser construídas com material resistente e de forma que o escape seja evitado. A inspeção das estruturas de contenção deve ser feita regularmente, principalmente em malhas, barras, travas ou fechaduras.

8) Animais que podem voar ou com movimentos rápidos devem ser confinados dentro de, pelo menos, duas barreiras físicas o tempo todo, principalmente no acesso ao recinto, corredor de segurança, área de cambiamento e em áreas de manejo ou manuseio das espécies. Para evitar o escape, é importante que mais de um nível de confinamento efetivo seja usado. Por exemplo, o animal pode ser confinado em um celeiro e dentro de um curral ou estábulo, ou também pode-se usar portas duplas com espaço de espera, saguão ou fosso.

9) As instalações de criações de espécies exóticas que podem escalar, devem ter barreira vertical de material liso, como chapa de aço zincada ou folha de polietileno, para evitar que o animal escale. Quando possível, os criadouros podem instalar barreiras fechadas com grades, telas ou telhados para evitar o escape pela parte superior do recinto.

10) Nas instalações de cultivo de espécies exóticas que podem rastejar ou escavar, deve-se implementar uma barreira de contenção fixada e a profundidade deve ser definida de acordo com características da espécie, para evitar fuga por escavação. Barreiras de contenção devem ser construídas de material sólido inerte, ou equivalente, e material de malha não deve ser usado. A inspeção dessas barreiras deve ser feita, no mínimo, semanalmente, para verificar possíveis escavações, erosão, quebras e rasgos nas estruturas. Quando possível, essas espécies devem ser criadas em viveiros ou instalações com piso concretado.

11) Nas medidas propostas deve-se considerar eventos de calamidade pública e desastres ambientais que possam causar danos nas estruturas de contenção e possível escape das es-

pécies dos empreendimentos. A implantação de instalações em áreas sujeitas a inundações, alagamentos e deslizamentos, bem como obras que levem à conexão de bacias hidrográficas isoladas e próximas a nascentes, banhados ou áreas úmidas, riachos de até terceira ordem e em regiões de manguezal, devem ser evitadas.

- Caso haja estruturas ou atividades no empreendimento que são atrativas de espécimes da fauna sinantrópica, deve-se apresentar um plano de controle dessa fauna que especifique detalhadamente as intervenções necessárias para evitar sua presença e proliferação, contemplando procedimentos de manejo do ambiente, manejo de animais ou de partes desses, transporte e destinação do material zoológico coletado, captura e translocação, coleta e destruição de ovos e ninhos e abate de animais.
- Observações:
 - 1) As áreas do empreendimento podem fornecer áreas potenciais para expansão de fauna sinantrópica, facilitando o processo de invasão ou servindo como uma área de refúgio. Quando houver risco de invasão por essa fauna, indicada em estudo ambiental prévio como impacto potencial, deve-se exigir um programa de monitoramento que contemple também essas espécies. O plano de controle da fauna sinantrópica só será exigido quando o programa de monitoramento relativo ao caso potencial indicar que as áreas do empreendimento beneficiam a expansão das espécies sinantrópicas para áreas onde antes não havia ocorrência.
 - 2) Caso o projeto não apresente um plano de controle da fauna sinantrópica, esse poderá ser exigido através da Autorização para o Licenciamento Ambiental (ALA), retificação ou pelo próprio órgão licenciador, na modificação do programa ambiental, nos casos em que o monitoramento aponte pela necessidade.
 - 3) A Instrução Normativa Ibama nº 141/2006 (Brasil, 2006b) regulamenta o manejo e o controle da fauna sinantrópica nociva e dispõe sobre o controle de espécies exóticas invasoras da fauna.
- Para instalações de criadouros de espécies aquáticas ou semiaquáticas deve-se adotar as medidas de prevenção à invasão associadas à atividade de aquicultura indicadas neste Guia (Capítulo 8). As medidas podem ser adaptadas de acordo com cada empreendimento, espécie e UC.
- Observar uma distância mínima livre de EEIs entre *habitat* protegidos conectados ou relacionados à UC por legislação específica e à área de criação de espécies exóticas. A distância deve ser determinada de acordo com estudo ambiental prévio, conforme plano de manejo ou norma vigente.
- Registrar e adotar um sistema apropriado para marcar os animais da criação para que sua origem possa ser identificada em caso de escape, quando couber. Os animais devem ser marcados por meio de métodos comprovadamente eficazes para a espécie, de acordo com a Resolução Conama nº 487/2018 (Brasil, 2018a), que define os padrões de marcação de animais da fauna silvestre, e legislações estaduais específicas. Deve-se observar que os métodos de marcação devem respeitar as normas do Conselho Federal de Medicina Veterinária (CFMV, 2021) e Conselho Federal de Biologia (CFBio, 2021).
- Em caso de desativação ou encerramento da atividade, os animais criados devem ser removidos das áreas conforme destinação aprovada pelo órgão competente, quando for o caso. Quando não for possível a remoção, deve-se adotar medidas de captura e realizar o abate no próprio local ou submeter à eutanásia todos os indivíduos em qualquer fase do seu desenvolvimento, a fim de prevenir o escape e a invasão biológica.
- Observações:
 - 1) É importante ressaltar que todos os métodos devem sempre prezar pelo bem-estar dos animais e conforme legislação vigente (Brasil, 2021) e recomendações da OIE (2021) e do CFBio (2021).

2) A Resolução Conama nº 489/2018 (Brasil, 2018b) estabelece que, nos casos de encerramento das atividades, o empreendedor continuará responsável pela manutenção do plantel até que promova a sua destinação final, conforme aprovado pelo órgão ambiental competente, que poderá exigir um plano de desmobilização.

- Estabelecer prazo máximo de vigência para renovação da licença de instalação ou operação (ou Autorização de Manejo), a depender do potencial invasor da espécie criada e das estruturas de contenção utilizadas. Orienta-se, preferencialmente, prazo máximo de um ano ou a critério/condições do órgão licenciador. Deve-se observar que a Resolução Conama nº 489/2018 (Brasil, 2018b) dispõe que a validade do ato autorizativo que permite o uso e manejo, em cativeiro, da fauna exótica será definida pelos órgãos ambientais competentes, assim como o prazo para a sua renovação, que será fixado no respectivo ato, ficando automaticamente prorrogado até a manifestação definitiva do órgão ambiental competente.
- Fortalecer e estimular a utilização de espécies nativas ou não invasoras na alimentação dos animais ou como substrato. No caso de utilizar EEs reconhecidas, deve-se realizar o processamento das vagens, sementes e outros propágulos antes de servir aos animais no cocho. O pastejo direto dessas espécies e sem controle de sementes deve ser evitado.
- Evitar a utilização de espécies exóticas invasoras como isca viva ou alimento vivo nas atividades em UC ou ZA. No caso de utilização, deve-se apresentar plano de contingência referente à espécie exótica utilizada como isca viva ou alimento vivo e observar legislação vigente.
- As atividades que ocorrem durante a instalação do empreendimento, como movimentação de solo, manejo de plantas, manutenção e movimentação de máquinas, construção civil e plantio de vegetação, devem adotar as medidas de prevenção à invasão indicadas neste Guia (Capítulos 5 e 6).

Operação do empreendimento e práticas de manejo

- Para os casos de organismos, em qualquer etapa do ciclo de vida, adquiridos de lotes importados ou provenientes de outras regiões do país, deve-se avaliar a necessidade de procedimentos de quarentena/isolamento ou desinfecção, antes de serem liberados nos sistemas de cultivo. O efluente gerado durante a quarentena/isolamento deve ser tratado seguindo os preceitos de química ambiental, com comprovação de eficácia e conforme legislação específica. Essa medida visa evitar a possibilidade de introdução de espécies exóticas de patógenos em ambiente natural.
- Tratar efluentes ou descarte de água de produção, de forma que inviabilize a presença de plantas aquáticas, sementes, agentes infecciosos, ovos, larvas, filhotes e indivíduos adultos de EEs, no lançamento de água em ambiente fora do local de cultivo. A saída de efluentes do estabelecimento só poderá ser realizada se houver sistema de tratamento e desinfecção da água, comprovadamente eficiente para evitar a dispersão de EEs.
 - Observação: O lançamento de efluente deve atender os padrões fixados pela Resolução Conama nº 357/2005 (Brasil, 2005b) alterada pelas Resoluções nº 370/2006 (Brasil, 2006a), nº 397/2008 (Brasil, 2008b), nº 410/2009 (Brasil, 2009a), nº 430/2011 (Brasil, 2011) e complementada pela Resolução nº 393/2007 (Brasil, 2007), observando impactos na bacia hidrográfica que possam afetar a UC.
- Tratar descarte de vegetação e subprodutos utilizados nos cativeiros. Esses resíduos devem ser tratados e inviabilizados para evitar contaminação de outras áreas antes do descarte final. Deve-se garantir que ao descartar qualquer resíduo, como plantas aquáticas de aquários e substratos, não haja nenhum ovo, larva, indivíduo ou semente viável de espécies exóticas, que possa ser liberado no ambiente sem tratamento prévio.

- Veículos, equipamentos e estruturas utilizadas nas atividades devem adotar as medidas de prevenção à invasão associadas às atividades de movimentação de solo, manejo de plantas, manutenção e movimentação de máquinas, construções civis e plantio de vegetação, indicadas neste Guia (Capítulos 5 e 6).
- Recomendar a previsão de venda de animais estéreis para a finalidade de estimação. No caso, os animais devem ser esterilizados por meio de métodos comprovadamente eficazes para a espécie e que respeitem as normas do CFMV e legislação vigente.

Operação e Manejo da espécie exótica utilizada na criação

- Apresentar programa de contenção, contendo minimamente: 1) avaliação de risco de invasão para cada espécie exótica criada; 2) procedimentos específicos empregados para cada situação de escape e 3) protocolo de resposta rápida em caso de escape de espécies das criações e no contexto de cada empreendimento, conforme observações.
 - Observações:
 - 1) Apresentar avaliação de risco de invasão biológica para cada espécie exótica cultivada, contendo minimamente: (a) a probabilidade de escape de organismos, em qualquer estágio de seu ciclo de vida, abordando as principais causas de escape (falha de equipamento, erros operacionais, intempéries e ataques de predadores); (b) a probabilidade de estabelecimento e disseminação da espécie; (c) os impactos do estabelecimento e disseminação das espécies sobre a biodiversidade, incluindo a predação, competição e hibridação com espécies nativas levando à perda da diversidade genética e possíveis impactos em outras atividades de produção e na saúde humana; (d) o risco de disseminação de patógenos e parasitas; (e) principais vias e vetores de dispersão dos propágulos e (f) ambientes preferenciais para estabelecimento.
 - 2) O protocolo de resposta rápida deve apresentar os procedimentos de recuperação e captura da espécie cultivada e medidas de erradicação. Em caso de escape os animais devem ser capturados ou quando a captura for inviável, abatidos o mais rápido possível. O empreendimento deve ter equipamentos e equipe treinada para garantir uma resposta imediata a um incidente ou risco de invasão.
 - 3) Um modelo de procedimento básico para detecção precoce e resposta rápida é provido no Guia de Orientação para o Manejo de Espécies Exóticas Invasoras em Unidades de conservação Federais (Brasil, 2019) e pode ser adaptado para o contexto específico de cada situação.

Monitoramento e detecção precoce de espécies exóticas

- Apresentar programa de monitoramento e detecção precoce, contemplando minimamente o monitoramento para detectar a provável ocorrência da espécie criada em: 1) zonas de segurança ou áreas circundantes e estruturas associadas; 2) áreas detectadas como sensíveis à invasão pelo estudo ambiental, quando houver e 3) áreas de descarga de efluentes e qualquer ponto de entrada ou saída de água, quando houver. Se for o caso, o programa deve ter periodicidade mínima definida associada à sazonalidade ou outros parâmetros. O monitoramento deve ser feito em ambientes onde os animais podem buscar abrigo, alimento, água e descanso, de acordo com as características de cada espécie.

Em geral, são áreas como planícies inundáveis com pastagens naturais em mistura com ambientes florestais, locais com presença de corpos d'água e proximidade de remanescentes florestais.

- Comunicar ao gestor da UC o mais rápido possível, preferencialmente em até 24h, sobre qualquer escape de uma espécie criada ou a ocorrência de doenças em criações. É importante informar o local do escape, a forma como ocorreu e o número aproximado de organismos envolvidos.
- Em caso de detecção de EEI de planta cultivada ou EEI associada fora da área de cultivo, dentro ou ao redor da UC e ZA, os responsáveis pelo empreendimento devem relatar, em até 30 dias, qualquer ocorrência ao gestor da UC. Deve-se observar que as instalações do empreendimento podem fornecer áreas potenciais para expansão de uma EEI de planta não cultivada, facilitando o processo de invasão para áreas onde antes não havia ocorrência ou servindo como um *habitat* disponível.

Capacitação sobre espécies exóticas e invasões biológicas

- Apresentar um programa de capacitação envolvendo os profissionais e equipes das atividades e as comunidades ao redor contendo: (1) ações de educação ambiental para esclarecer sobre o impacto de EEI cultivada; (2) listagens e materiais, preferencialmente ilustrados, sobre outras EEIs comuns na região ou no estado, para identificar e informar a ocorrência da espécie no local da atividade; (3) capacitação na identificação da espécie criada em suas diferentes fases e observando dimorfismo sexual e etário; (4) treinamentos e simulações periódicas no programa de contenção e (5) aplicação de métodos de controle e erradicação. Deve-se observar que a capacitação de comunidades ao redor visa auxiliar na identificação de escape da espécie cultivada e na detecção precoce de outras espécies exóticas.

Espécies nativas do Brasil podem ser consideradas exóticas invasoras quando são introduzidas em áreas diferentes de sua distribuição natural e impactam a biodiversidade, como os saguis *Callithrix penicillata* que se reproduzem com indivíduos de espécies congêneres nativas gerando indivíduos híbridos (ex.: *Callithrix penicillata* x *C. Geoffroyi*) em Viçosa (MG)



©Mariana Soares da Silva

REFERÊNCIAS

Alves RRN, *et al.* Keeping reptiles as pets in Brazil: ethnozoological and conservation aspects. *Journal for Nature Conservation*, 49: 9-21, 2019.

Bertolino S, Genovesi P. 2007. Semiaquatic mammals introduced into Italy: case studies in biological invasion, p. 175-191. In: Gherardi, F (ed.). *Biological invaders in inland waters: profiles, distribution, and threats*. Springer. 700p.

Brasil. 1967. Lei nº 5.197, de 3 de janeiro de 1967. Diário Oficial da União. <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l5197.htm>. Acesso em: 28/05/2021.

Brasil. 1998. Portaria Ibama nº 93, de 8 de julho de 1998. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama). Diário Oficial da União. <<https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=102740>>. Acesso em: 28/05/2021.

Brasil. 2000. Lei n.º 9.985, de 18 de julho de 2000. Diário Oficial da União. <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm>. Acesso em: 28/05/2021.

Brasil. 2005a. Instrução Normativa Ibama nº 73, de 18 de agosto de 2005. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama). Diário Oficial da União. <<http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/IBAMA/IN0073-180805.PDF>>. Acesso em: 28/05/2021.

Brasil. 2005b. Resolução Conama nº 357, de 17 de março de 2005. Ministério do Meio Ambiente. Diário Oficial da União. <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 28/05/2021.

Brasil. 2006a. Resolução Conama nº 370, de 6 de abril 2006. Ministério do Meio Ambiente. Diário Oficial da União. <<https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=112447>>. Acesso em: 24/06/2021.

Brasil. 2006b. Instrução Normativa Ibama nº 141, de 19 de dezembro de 2006. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama). Diário Oficial da União. <http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/fauna/2015/09/documentos_legislao_25.pdf>. Acesso em: 28/05/2021.

Brasil. 2007. Resolução Conama nº 393, de 8 de agosto de 2007. Ministério do Meio Ambiente. Diário Oficial da União. <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=541>>. Acesso em: 24/06/2021.

Brasil. 2008a. Resolução CFMV nº 877, de 15 de fevereiro de 2008. Conselho Federal de Medicina Veterinária. Diário Oficial da União. <https://www.crmvsp.gov.br/arquivo_legislacao/877.pdf>. Acesso em: 28/05/2021.

Brasil. 2008b. Resolução Conama nº 397, de 3 de abril de 2008. Ministério do Meio Ambiente. Diário Oficial da União. <<https://crmvsp.gov.br/>>. Acesso em: 24/06/2021.

Brasil. 2009a. Resolução Conama nº 410, de 4 de maio de 2009. Ministério do Meio Ambiente. Diário Oficial da União. <<https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=114907>>. Acesso em: 24/06/2021.

- Brasil. 2009b. Resolução Conama nº 413, de 26 de junho de 2009. Ministério do Meio Ambiente. Diário Oficial da União. <https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2009/RES_CONAMA_N413_2009.pdf>. Acesso em: 28/05/2021.
- Brasil. 2011. Resolução Conama nº 430, de 13 de maio de 2011. Ministério do Meio Ambiente. Diário Oficial da União. <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em: 24/06/2021.
- Brasil. 2015. Instrução Normativa Ibama nº 07, de 30 de abril de 2015. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama). Diário Oficial da União. <https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Instrucao_normativa/2015/in_ibama_07_2015_institui_categorias_uso_manejo_fauna_silvestre_cativeiro.pdf>. Acesso em: 28/05/2021.
- Brasil. 2018a. Resolução Conama nº 487, de 15 de maio de 2018. Ministério do Meio Ambiente. Diário Oficial da União. <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=736>>. Acesso em: 28/05/2021.
- Brasil. 2018b. Resolução Conama nº 489, de 26 de outubro de 2018. Ministério do Meio Ambiente. Diário Oficial da União. <https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/47542644/do1-2018-10-29-resolucao-n-489-de-26-de-outubro-de-2018-47542603>. Acesso em: 28/05/2021.
- Brasil. 2019. Guia de orientação para o manejo de espécies exóticas invasoras em Unidades de Conservação federais. Versão 3. Ministério do Meio Ambiente. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). 135p. <<https://www.icmbio.gov.br/cbc/publicacoes.html>>. Acesso em: 12/12/2020.
- Brasil. 2020. Instrução Normativa Nº 10/Gabin/ICMBio, de 17 de agosto de 2020. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). Diário Oficial da União. <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-10/gabin/icmbio-de-17-de-agosto-de-2020-272746925>>. Acesso em: 28/05/2021.
- Brasil. Boas práticas e bem-estar animal. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/producao-animal/boas-praticas-e-bem-estar-animal>>. Acesso em: 28/05/2021.
- Brundu G, *et al.* 2020. Global guidelines for the sustainable use of non-native trees to prevent tree invasions and mitigate their negative impacts. *NeoBiota*, 61: 65-116, 2020.
- Camarotti FLM, Silva VLD, Oliveira MABD. The effects of introducing the Amazonian squirrel monkey on the behavior of the northeast marmoset. *Acta Amazonica*, 45(1): 29-34, 2015.
- Can ÖE, D’Cruze N, Macdonald DW. Dealing in deadly pathogens: taking stock of the legal trade in live wildlife and potential risks to human health. *Global Ecology and Conservation*, 17: e00515, 2019.
- Canada. Criteria for medium security quarantine facilities. Canadian Food Inspection Agency. <<https://www.inspection.gc.ca/animal-health/terrestrial-animals/imports/import-policies/live-animals/quarantine-facilities/medium-security/eng/1321109923418/1321110259785>>. Acesso em: 01/03/2021.

CCAC (Canadian Council on Animal Care). 2009. CCAC guidelines on: the care and use of farm animals in research, teaching and testing. 166p. <https://www.ccac.ca/Documents/Standards/Guidelines/Farm_Animals.pdf>. Acesso em: 01/03/2021.

CFBio (Conselho Federal de Biologia). <<https://cfbio.gov.br/>>. Acesso em: 05/05/2021.

CFMV (Conselho Federal de Medicina Veterinária). <<https://www.cfmv.gov.br/>>. Acesso em: 28/05/2021.

Coelho R, Jacques J, Molinos N, Reis T, Mendina LH, Wallau M. 2018. Guia para o produtor rural: controle de porcos ferais: javalis. Construção de jaula curral modelo pampa. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMbio). Grupo Javali no Pampa. 16p. <https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/publicacoes/publicacoes-diversas/guia_para_produtor_rural_controle_javalis_jaula_curral_modelo_pampa.pdf>. Acesso em: 05/05/2021.

Davenport K, Collins J. 2016. European code of conduct on pets and invasive alien species. Documents and Publications Production Department (SPDP). Council of Europe. 57p. <https://easin.jrc.ec.europa.eu/easin/Document/EuropeanCodeofConduct/Publication_Code_of_conduct_pets_IAS_2016_web.pdf>. Acesso em: 05/05/2021.

Davis NE, *et al.* A systematic review of the impacts and management of introduced deer (family Cervidae) in Australia. *Wildlife Research*, 43(6): 515-532, 2016.

ERA (Environment and Resources Authority). 2020. Action plan addressing escape from confinement of invasive alien species (IAS) of Union Concern (Pets. Aquaria. Terrarium species). 20p. <<https://era.org.mt/action-plan-addressing-escape-from-confinement-of-invasive-alien-species-ias-of-union-concern-pets-aquaria-and-terrarium-species/>>. Acesso em: 05/05/2021.

Etges MF. 2016. *Axis axis* em foco: efeitos da introdução e modelagem da invasão. Dissertação (Mestrado em Ecologia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 64p. <<https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/150711>>. Acesso em: 05/05/2021

Fonseca É, Solé M, Rödder D, Marco P. Pet snakes illegally marketed in Brazil: climatic viability and establishment risk. *PloS One*, 12(8): e0183143, 2017.

GISD (Global Invasive Species Database). Species profile: *Psittacula krameri*. <<http://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=1540>>. Acesso em: 12/04/2021.

Hewitt CL, Campbell ML, Gollasch S. 2006. Alien species in aquaculture: considerations for responsible use. IUCN The World Conservation Union. Gland, Switzerland and Cambridge. 32p. <<https://www.iucn.org/content/alien-species-aquaculture-considerations-responsible-use-0>>. Acesso em: 01/04/2021.

IUCN (International Union for Conservation of Nature). 2017. Guidance for interpretation of CBD categories on introduction pathways. Technical note prepared by IUCN for the European Commission. 108p. <<https://www.cbd.int/doc/c/9d85/3bc5/d640f059d03acd717602cd76/sbstta-22-inf-09-en.pdf>> Acesso em: 17/08/2020.

Kraus F. 2009. Alien reptiles and amphibians: a scientific compendium and analysis. Springer Science & Business Media. 370p.

Lockwood JL, *et al.* When pets become pests: the role of the exotic pet trade in producing invasive vertebrate animals. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 17(6): 323-330, 2019.

Long K, Robley, A. 2004a. Cost effective feral animal exclusion fencing for areas of high conservation value in Australia. Part 1. Department of the Environment and Heritage. 58p. <<https://www.environment.gov.au/system/files/resources/b39c119e-c58a-4473-9507-db68da31a95c/files/fencing.pdf>>. Acesso em: 05/05/2021.

Long K, Robley, A. 2004b. Cost effective feral animal exclusion fencing for areas of high conservation value in Australia. Part 2. Catalogue of fence designs. Department of the Environment and Heritage. 25p. <<https://www.awe.gov.au/sites/default/files/documents/fencing.pdf>>. Acesso em: 05/05/2021.

Lowe S, Browne M, Boudjelas S, De Poorter M. 2000. 100 of the world's worst invasive alien species: a selection from the global invasive species database. The Invasive Species Specialist Group of the Species Survival Commission (SSC) of the World Conservation Union (IUCN). 12p.

Morinha F, Carrete M, Tella JL, Blanco G. High prevalence of novel beak and feather disease virus in sympatric invasive parakeets introduced to Spain from Asia and South America. *Diversity*, 12(5): 192, 2020.

Nichols A. 2018. Regulating invasive species in aquaculture: common state approaches and best management practices. Agricultural & Food Law Consortium. National Agricultural Library. Agricultural Research Service. U.S. Department of Agriculture. 12p. <<https://nsglc.olemiss.edu/projects/ag-food-law/files/regulating-invasive-species-in-aquaculture.pdf>>. Acesso em: 22/05/2021.

OIE (World Organisation for Animal Health). <<https://www.oie.int/en/home/>>. Acesso em: 05/05/2021.

Ontario. Recovery protocol for escaped or released farmed deer and elk. Ontario Ministry of Agriculture Food and Rural Affairs. <http://www.omafra.gov.on.ca/english/livestock/alternat/facts/info_recovery_protocol.htm>. Acesso em: 05/05/2021.

Owen M, Callaghan D, Kirby J. 2006. Guidelines on avoidance of introductions of non-native waterbird species. AEWA Technical Series, 12. 36p. <<https://www.unep-awea.org/en/publication/awea-conservation-guidelines-no-10-guidelines-avoidance-introductions-non-native>>. Acesso em: 05/05/2021.

Pereira AD, *et al.* Modeling the geographic distribution of *Myocastor coypus* (Mammalia, Rodentia) in Brazil: establishing priority areas for monitoring and an alert about the risk of invasion. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 55(2): 139-148, 2020.

Preuss JF, Posser E, Albrecht LB, Silva VP, Bandiera FC. First record of the exotic species *Axis axis* (Erxleben, 1777) (Artiodactyla, Cervidae) in the state of Santa Catarina, southern Brazil. *Check List*, 16: 1139, 2020.

Reed RN. An ecological risk assessment of nonnative boas and pythons as potentially invasive species in the United States. *Risk Analysis: An International Journal*, 25(3): 753-766, 2005.

Ribaski J, Drumond MA, Oliveira VR, Nascimento CDS. 2009. Algaroba (*Prosopis juliflora*): árvore de uso múltiplo para a região semiárida brasileira. Embrapa Florestas. Comunicado Técnico 240. 8p. <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPF-2010/46391/1/CT240.pdf>>. Acesso em: 20/04/2021.

Rodrigues JF, Coelho MT, Varela S, Diniz-Filho JA. Invasion risk of the pond slider turtle is underestimated when niche expansion occurs. *Freshwater Biology*, 61(7): 1119-1127, 2016.

Rosa CA, Almeida Curi NH, Puertas F, Passamani M. Alien terrestrial mammals in Brazil: current status and management. *Biological Invasions*, 19(7): 2101-2123, 2017.

Santa Catarina, 2020a. Portaria IMA nº 17, de 16 de janeiro 2020. Instituto do Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina. Diário Oficial da União. <<http://intranet.ima.sc.gov.br/web/portarias>>. Acesso em: 20/04/2021.

Santa Catarina. 2020b. Portaria IMA nº 102, de 25 de maio de 2020. Instituto do Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina. Diário Oficial da União. <<http://intranet.ima.sc.gov.br/web/portarias>>. Acesso em: 20/04/2021.

Silva, J. M. C. da, Souza, M. A. de, Ribeiro, V., & Machado, R. B. Niche expansion of the common waxbill (*Estrilda astrild*) in its non-native range in Brazil. *Biological Invasions*, 20(9): 2635-2646, 2018.

Tensen L. Under what circumstances can wildlife farming benefit species conservation? *Global Ecology and Conservation*, 6: 286-298, 2016.

Thiengo SC, Faraco FA, Salgado NC, Cowie RH, Fernandez MA. Rapid spread of an invasive snail in South America: the giant african snail, *Achatina fulica*, in Brasil. *Biological Invasions*, 9(6): 693-702, 2007.

Trajano MC, Carneiro LP. 2019. Diagnóstico da Criação Comercial de Animais Silvestres no Brasil. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. 56p. <http://www.ibama.gov.br/pho-cadownload/fauna/faunasilvestre/2020-06-16-Diagnostico_criacao_comercial_animais_silvestres.pdf>. Acesso em: 24/06/2021.

UE (União Europeia). 2014. Regulamento (UE) nº 1143/2014 do Parlamento Europeu e do Conselho de 22 de outubro de 2014 relativo à prevenção e gestão da introdução e propagação de espécies exóticas invasoras. Jornal Oficial da União Europeia, p. 317/35-55. <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014R1143&from=EN>>. Acesso em: 22/05/2021.

UNEP (United Nations Environment Programme), CBD (Convention on Biological Diversity), SBSTTA (Subsidiary Body on Scientific, Technical and Technological Advice). 2014a. Management of risks associated with introduction of alien species as pets, aquarium and terrarium species, and as live bait and live food, and related issues. 18p. <<https://www.cbd.int/doc/meetings/sbstta/sbstta-18/official/sbstta-18-08-en.pdf>>. Acesso em: 01/03/2021.

UNEP (United Nations Environment Programme), CBD (Convention on Biological Diversity), SBSTTA (Subsidiary Body on Scientific, Technical and Technological Advice). 2014b. Pathways of introduction of invasive species, their prioritization and management. 18p. <<https://www.cbd.int/doc/meetings/sbstta/sbstta-18/official/sbstta-18-09-add1-en.pdf>>. Acesso em: 01/06/2021.

Vale CA, Neto LM, Prezoto F. Distribution and invasive potential of the black-tufted marmoset *Callithrix penicillata* in the Brazilian territory. *Scientia Plena*, 16(5): 2020.

A principal via de introdução e dispersão dessas espécies exóticas invasoras associadas ao manejo/criação de fauna é o escape do cativeiro ou a soltura dos indivíduos em ambiente natural, como o chital (*Axis axis*) que é registrada em áreas da região Sul do Brasil próximas à divisa com Uruguai e Argentina, países onde a espécie também é exótica e está estabelecida.



©Mariana Soares da Silva



Identificar vias e vetores de introdução e dispersão de espécies exóticas invasoras é a chave para prevenir a invasão e desenvolver estratégias de manejo. As estradas são importantes vias de dispersão de espécies exóticas, como a leucena (*Leucaena leucocephala*) e as braquiárias (*Brachiaria* sp.).

©Marina Guimarães Freitas / Acervo CBC/ICMBio

GLOSSÁRIO

Abate: morte de animais em qualquer fase do seu ciclo de vida, causada e controlada pelo homem (Resolução Conama nº 466/2015, art. 2º, I).

Alijamento: todo afundamento deliberado, no mar, de embarcações, aeronaves, plataformas ou outras construções no mar (Decreto nº 87.566/ 1982, art. 3º).

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. O procedimento completo inclui a identificação dos perigos, a avaliação, a caracterização, a gestão e a comunicação dos riscos (Convenção sobre Diversidade Biológica - CDB).

Animal de estimação: espécime proveniente de espécie da fauna silvestre ou fauna exótica adquirido em criadouros ou empreendimentos comerciais legalmente autorizados ou mediante importação autorizada, com finalidade de companhia (Resolução Conama nº 489/2018, art. 3º, I).

Avaliação de Risco: a avaliação das consequências da introdução e da probabilidade de estabelecimento de uma espécie exótica usando informações de base científica (Convenção sobre Diversidade Biológica - CDB).

Barreiras geográficas: barreira física, como rios, montanhas e cascatas, que pode impedir a troca de material genético dentro da espécie e, como consequência, propiciar a especiação.

Bioincrustação: acúmulo de organismos aquáticos, como microrganismos, plantas e animais em superfícies e estruturas imersas ou expostas ao ambiente aquático. A bioincrustação pode incluir microincrustação, composta por organismos microscópicos, como bactérias e diatomáceas, e a macroincrustação, como cracas, vermes tubícolas e algas (Anexo 26 da Resolução Organização Marítima Internacional MEPC.207(62) /2011, item 2.1).

Bioturbador: organismos que vivem dentro do substrato e que revolvem o sedimento enquanto se enterram ou se alimentam.

Cativeiro: manutenção de espécime da fauna silvestre e da fauna exótica em ambiente controlado, *ex situ*, sob interferência e cuidado humano (Resolução Conama nº 489/2018, art. 3º, II).

Corais azooxantelados: corais que não possuem simbiose com algas zooxantelas que proveriam suas necessidades energéticas por fotossíntese.

Criadouro comercial: o empreendimento com finalidade de criar, reproduzir e manter em cativeiro espécimes da fauna silvestre ou da fauna exótica, para fins de alienação de espécimes, suas partes, produtos ou subprodutos (Resolução Conama nº 489/2018, art. 4º, IV).

Criadouro: a área especialmente delimitada e cercada, dotada de instalações capazes de possibilitar a reprodução, a criação ou a recria de espécies da fauna silvestre exótica e que impossibilitem a fuga dos espécimes para a natureza (Portaria Ibama nº 102/1998, art. 2º).

Dispersão natural: movimento de indivíduos ou de propágulos entre regiões, por meio de vetores naturais, como vento e água, ou propagação natural.

Embarcação: qualquer construção, inclusive as plataformas flutuantes e, quando rebocadas, as fixas, sujeita a inscrição na autoridade marítima e suscetível de se locomover na água, por meios próprios ou não, transportando pessoas ou cargas (Lei nº 9.537/ 1997, art. 2, inciso V).

Epibionte: organismo que vive na superfície de um outro organismo vivo e que é normalmente considerado inofensivo. Epibiontes típicos são cracas, remoras e algas, os quais vivem em muitos organismos marinhos maiores, como baleias, tubarões, tartarugas marinhas.

Escape: é o movimento de organismos do cativeiro ou de condições confinadas para o ambiente natural. Por meio dessa via, os organismos são inicialmente importados intencionalmente ou transportados para as condições de confinamento e, em seguida, escapam (Convenção sobre Diversidade Biológica - 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 possam sobreviver e subsequentemente reproduzir-se (Convenção sobre Diversidade Biológica - CDB).

Espécie exótica invasora: espécie exótica cuja introdução e/ou dispersão ameaçam a diversidade biológica (Convenção sobre Diversidade Biológica - CDB).

Espécie sinantrópica: espécie animal adaptada a viver junto ao homem, a despeito da vontade deste e que difere dos animais domésticos criados com as finalidades de companhia, produção de alimentos ou transporte (Lei nº 12.725/ 2012, art. 2º, XIV).

Estabelecimento rural de confinamento: propriedade ou parte onde os animais são mantidos em piquetes ou currais de área restrita com objetivo de engorda para fins de abate, no qual o alimento necessário para isso é fornecido exclusivamente em cocho. Não há no local, gramíneas ou outra vegetação em quantidade suficiente necessárias para compor a dieta dos animais encerrados (Instrução Normativa MAPA nº 51/2018, art. 5º, X).

Estabelecimento rural de criação extensiva: é a propriedade rural de cria, recria ou engorda de animais que utiliza pastagem como principal base de nutrição dos animais (Instrução Normativa MAPA nº 51/2018, art. 5º, IX).

Estruturas descomissionadas: instalações, embarcações, plataformas e outras estruturas que foram desativadas ou desligadas de suas funções.

Fase prévia: fase preliminar do planejamento do empreendimento ou atividade. A Licença Prévia (LP) concedida nessa fase irá aprovar a localização e concepção do empreendimento, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua implementação (Resolução Conama nº 237/1997, art. 8º, inciso I).

Fase de instalação: fase de instalação do empreendimento, atividade, estrutura ou obra. A Licença de Instalação (LI) concedida nessa fase autoriza a instalação do empreendimento ou atividade de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes, da qual constituem motivo determinante (Resolução Conama nº 237/1997, art. 8º, inciso II).

Fase de operação: fase de operação da atividade, obra ou empreendimento. A Licença de Operação (LO) concedida nessa fase autoriza a operação da atividade ou empreendimento, após a verificação do efetivo

cumprimento do que consta das licenças anteriores, com as medidas de controle ambiental e condicionantes determinados para a operação (Resolução Conama nº 237/1997, art. 8º, inciso III).

Fase de desativação ou descomissionamento: conjunto de atividades necessárias à interrupção, fechamento, encerramento ou inativação definitiva do empreendimento, envolvendo à destinação adequada de animais ou plantas, à remoção de instalações, à destinação adequada de materiais, resíduos e rejeitos e à recuperação ambiental da área.

Fauna doméstica: espécies cujas características biológicas, comportamentais e fenotípicas foram alteradas por meio de processos tradicionais e sistematizados de manejo e melhoramento zootécnico, tornando-as em estreita dependência do homem, podendo apresentar fenótipo variável e diferente da espécie que os originou (Resolução Conama nº 489/2018, art. 3º, inciso VIII).

Fauna silvestre: as espécies nativas, migratórias e quaisquer outras, aquáticas ou terrestres, que tenham todo ou parte de seu ciclo de vida ocorrendo dentro dos limites do território brasileiro, ou águas jurisdicionais brasileiras (Resolução Conama nº 489/2018, art. 3º, inciso VII).

Fauna sinantrópica: as populações animais de espécies silvestres ou exóticas, que utilizam recursos de áreas antrópicas, de forma transitória em seu deslocamento, como via de passagem ou local de descanso; ou permanente, utilizando-as como área de vida (Instrução Normativa Ibama nº 141/2006, art. 2º, IV).

Forrageira: espécies de plantas que servem de alimento para os animais herbívoros de criação.

Impacto: efeito da implantação ou operação do empreendimento ou atividade, que represente alteração da qualidade ambiental ou socioambiental (Instrução Normativa ICMBio nº 10/2020, art. 2º, inciso IV).

Impacto ambiental: qualquer mudança no ambiente, adversa ou benéfica, total ou parcialmente resultante das atividades, produtos ou serviços de uma organização.

Introdução acidental ou não intencional: movimento e/ou escape acidental de uma espécie exótica para fora de seu meio natural, realizadas por seres humanos ou atividades. O termo faz referência a outros tipos de introdução de uma espécie exótica que não são intencionais (Convenção sobre Diversidade Biológica - CDB).

Introdução intencional: movimento e/ou soltura deliberada de uma espécie exótica fora de seu meio natural, realizados por seres humanos (Convenção sobre Diversidade Biológica - CDB).

Introdução primária: processo no qual um organismo introduzido chega a um novo local diretamente a partir de sua região nativa.

Introdução secundária: a disseminação subsequente de um organismo do local de fundação.

Manejo: todo e qualquer procedimento que vise assegurar a conservação da diversidade biológica e dos ecossistemas (Lei nº 9.985/2000, art. 2º, inciso VIII).

Naufrações: afundamento total ou parcial da embarcação por perda de flutuabilidade, decorrente de embarque de água em seus espaços internos devido a adernamento, emborcamento ou alagamento (NORMAM 09/DPC, Capítulo 1, item 0106).

Navegação de apoio marítimo: a realizada para o apoio logístico a embarcações e instalações em águas territoriais nacionais e na Zona Econômica, que atuem nas atividades de pesquisa e lavra de minerais e

hidrocarbonetos (Lei 9.432/1997, art. 2, inciso VIII).

Navegação de apoio portuário: a realizada exclusivamente nos portos e terminais aquaviários, para atendimento a embarcações e instalações portuárias (Lei 9.432/1997, art. 2, inciso VII).

Navegação de cabotagem: a realizada entre portos ou pontos do território brasileiro, utilizando a via marítima ou esta e as vias navegáveis interiores (Lei 9.432/1997, art. 2, inciso IX).

Navegação de longo curso: a realizada entre portos brasileiros e estrangeiros (Lei 9.432/1997, art. 2, inciso XI).

Navegação de travessia: aquela realizada transversalmente aos cursos dos rios e canais; entre 2 (dois) pontos das margens em lagos, lagoas, baías, angras e enseadas; entre ilhas e margens de rios, de lagos, de lagoas, de baías, de angras e de enseadas, numa extensão inferior a 11 (onze) milhas náuticas; entre 2 (dois) pontos de uma mesma rodovia ou ferrovia interceptada por corpo de água (Lei 9.432/1997, art. 2, inciso XIV).

Navegação interior: a realizada em hidrovias interiores, em percurso nacional ou internacional (Lei 9.432/1997, art. 2, inciso X).

Organismos sésseis: aqueles que não possuem capacidade de locomoção e vivem fixos associados a um substrato.

Ornamental: utilizar organismos aquáticos vivos ou não, para fins decorativos, ilustrativos ou estéticos (Instrução Normativa MAPA nº 10/2020, art. 2º, inciso I).

Parque aquícola: espaço físico delimitado em meio aquático, que compreende um conjunto de áreas aquícolas afins, em cujos espaços físicos intermediários podem ser desenvolvidas outras atividades compatíveis com a prática da aquíicultura (Decreto Federal nº 10.576/2020, art. 3º, inciso II).

Pastagem cultivada: forragem estabelecida com espécies exóticas que podem receber tratamento cultural periódico como renovação, fertilização ou controle de ervas daninhas.

Pecuária: termo que representa o conjunto de atividades de produção primária que envolve a criação de animais com fins de alimentação e sustento humanos (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa).

Plataforma: instalação ou estrutura, fixa ou flutuante, destinada às atividades direta ou indiretamente relacionadas com a pesquisa, exploração e exploração dos recursos oriundos do leito das águas interiores e seu subsolo ou do mar, inclusive da plataforma continental e seu subsolo (Lei nº 9.537/1997, art. 2, inciso XIV).

Propágulo: qualquer estrutura capaz de propiciar a propagação de um organismo no ambiente, como por exemplo, ovos, sementes, estacas, larvas, indivíduos adultos, etc.

Recife artificial: estrutura submersa, deliberadamente construída ou colocada no leito marinho para emular funções ecossistêmicas de recifes e outros substratos naturais, tais como proteção da biodiversidade, regeneração de *habitat* degradados, incremento de recursos biológicos marinhos e outras (Instrução Normativa Ibama nº 28/2020, art. 3º, inciso II).

Rodilúvios: recipiente ou estrutura contendo solução desinfetante para a limpeza das rodas dos veículos.

Ship-to-ship: é a transferência de carga de petróleo e seus derivados entre embarcações localizadas em águas jurisdicionais brasileiras, podendo ocorrer com as embarcações em movimento ou fundeadas. (Instrução Normativa Ibama nº 16/2013, art. 2º).

Sistemas de Detecção Precoce Resposta Rápida: sistema de monitoramento de áreas de interesse ou de espécies exóticas por redes de colaboradores, com aplicação de medidas de erradicação e/ou controle executadas com rapidez quando ocorre a detecção de uma espécie exótica invasora ou com potencial de invasão, antes do seu estabelecimento e/ou invasão (Estratégia Nacional para Espécies Exóticas Invasoras, 2018). Detecção precoce e resposta rápida: aplicação de medidas de erradicação ou controle, com rapidez, quando da detecção de uma espécie exótica ou espécie exótica invasora antes do seu estabelecimento (Instrução Normativa ICMBio, art. 3, inciso IV).

Trampolim ou corredores ecológicos (*stepping stones*): faixas lineares ou uma série de pequenos fragmentos que facilitam o movimento de organismos entre outras manchas de *habitat*, conectando fragmentos isolados.

Unidade de conservação: espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção (Lei nº 9.985/2000, art. 2º, inciso I).

Zona de amortecimento (ZA): o entorno de uma unidade de conservação, onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade (Lei nº 9.985/2000, art. 2º, inciso XVIII).



Durante o processo de licenciamento ambiental de empreendimentos relacionados a estas vias e vetores, bem como em outros processos como de autorizações, elaboração de normativas e plano de manejo de UCs, podem ser definidas medidas que reduzam o risco de invasão e de consequentes impactos ambientais.

©Alexandre Sampaio



ANEXO I

Atividades de empreendimentos licenciáveis em Unidades de Conservação federais priorizadas para a indicação de medidas preventivas de invasão biológica terrestre e aquática. Estão relacionados nas colunas da Tabela: o Capítulo do presente Guia, as atividades priorizadas, as fases do empreendimento que realizam as atividades, o número (entre parênteses) da categoria e subcategoria das vias de introdução de EEIs definidas pela CDB e descritas no Quadro (Anexo II), os principais vetores de introdução e dispersão de EEIs e as tipologias de empreendimentos que realizam as atividades definidas na Resoluções Conama nº 237/1997 e Conama nº 1/1986. Destaca-se que em um mesmo Capítulo podem estar descritas mais de uma via de introdução e dispersão de EEIs.

Tabela – Atividades de empreendimentos licenciáveis em Unidades de Conservação federais priorizadas para a indicação de medidas preventivas de invasão biológica terrestre e aquática.

Capítulo	Atividades	Fases	Categoria e subcategoria de vias	Vetores	Tipologias
1	Instalação e manutenção de Plataformas de produção de petróleo e gás natural	Instalação; Operação e Descomissionamento	(4) Transporte não intencional de vetor onde a EEI está como incrustação	Plataformas de produção: substratos artificiais do casco, estruturas modulares, estacas, âncoras, boias, dutos, cabos e correntes	Perfuração de poços e produção de petróleo e gás natural; extração de combustível fóssil (petróleo, xisto, carvão)
1	Instalação e manutenção de Plataformas de produção de petróleo e gás natural	Instalação; Operação	(5) Corredor de transporte criado artificialmente onde a EEI se movimenta	Água (vias navegáveis e correntes aquáticas)	Perfuração de poços e produção de petróleo e gás natural; extração de combustível fóssil (petróleo, xisto, carvão)
2	Navegação em empreendimentos diversos	Prévia; Instalação e Operação	(4) Transporte não intencional de vetor onde a EEI está como incrustação	Casco de navios e embarcações, quilha, leme, hélice, eixo da hélice das embarcações, âncora, amarras e caixa da âncora, boias de navegação e flutuantes	Portos e marinas; portos e terminais de minério, petróleo e produtos químicos; hidrovias; instalações náuticas; exploração e avaliação de jazidas de petróleo e gás; fabricação e reparo de embarcações e estruturas flutuantes
2	Navegação em empreendimentos diversos	Prévia; Instalação e Operação	(4) Transporte não intencional de vetor onde a EEI está na água de lastro	Sistemas de circulação de água do mar, caixa de mar, água de lastro e em tanques de carga lastrados das embarcações	Portos e marinas; portos e terminais de minério, petróleo e produtos químicos; hidrovias; instalações náuticas; exploração e avaliação de jazidas de petróleo e gás; fabricação e reparo de embarcações e estruturas flutuantes
2	Navegação em empreendimentos diversos	Prévia; Instalação e Operação	(4) Transporte não intencional de vetor onde a EEI está como passageira acidental	Contêineres, caixas e cargas	Portos e marinas; portos e terminais de minério, petróleo e produtos químicos; hidrovias; instalações náuticas; exploração e avaliação de jazidas de petróleo e gás; fabricação e reparo de embarcações e estruturas flutuantes
2	Navegação em empreendimentos diversos	Prévia; Instalação e Operação	(5) Corredor de transporte criado artificialmente onde a EEI se movimenta	Água (vias navegáveis e correntes aquáticas)	Portos e marinas; portos e terminais de minério, petróleo e produtos químicos; hidrovias; instalações náuticas; exploração e avaliação de jazidas de petróleo e gás; fabricação e reparo de embarcações e estruturas flutuantes
3	Operação e manutenção de portos, marinas e estaleiros	Operação	(4) Transporte não intencional de vetor onde a EEI está como passageira acidental em mercadorias	Contêineres, caixas, embalagens, bagagens e mercadorias	Portos públicos, fluviais, marítimos e terminais de uso público ou privado e de fabricação e reparo de embarcações e estruturas flutuantes

Capítulo	Atividades	Fases	Categoria e subcategoria de vias	Vetores	Tipologias
3	Operação e manutenção de portos, marinas e estaleiros	Operação	(4) Transporte não intencional de vetor onde a EEI está como incrustação	Cascos das embarcações, estruturas artificiais do porto, plataformas, cais, estacas, pilotis, portos, marinas, boias de sinalizações e muros de contenções	Portos públicos, fluviais, marítimos e terminais de uso público ou privado e de fabricação e reparo de embarcações e estruturas flutuantes
3	Operação e manutenção de portos, marinas e estaleiros	Operação	(4) Transporte não intencional de vetor onde a EEI está na água de lastro	Embarcações com sistemas de circulação de água do mar, caixa de mar, água de lastro e tanques de carga lastrados	Portos públicos, fluviais, marítimos e terminais de uso público ou privado e de fabricação e reparo de embarcações e estruturas flutuantes
3	Operação e manutenção de portos, marinas e estaleiros	Operação	(5) Corredor de transporte criado artificialmente onde a EEI se movimenta	Água (vias navegáveis e correntes aquáticas)	Portos públicos, fluviais, marítimos e terminais de uso público ou privado e de fabricação e reparo de embarcações e estruturas flutuantes
4	Afundamentos assistidos para a criação de recifes artificiais	Instalação e Operação	(4) Transporte não intencional de vetor onde a EEI está como incrustação	Estruturas artificiais que são afundadas	Naufração, alijamento, afundamento assistido ou deliberado de estruturas descomissionadas
4	Afundamentos assistidos para a criação de recifes artificiais	Instalação e Operação	(5) Corredor de transporte criado artificialmente onde a EEI se movimenta	Água (vias navegáveis e correntes aquáticas)	Naufração, alijamento, afundamento assistido ou deliberado de estruturas descomissionadas
5	Movimentação de solo e manejo de plantas	Instalação e Operação	(3) Transporte não intencional de material de habitat contaminado com EEI	Solo, argila, rocha, areia, cascalho, vegetação, palhada e etc.	Empreendimentos diversos como rodovias; ferrovias; aeroportos; dutos; linhas de transmissão de energia elétrica; aterros sanitários; usinas e indústrias; exploração econômica de madeira; exploração mineral; projetos urbanísticos; projetos agropecuários e demais empreendimentos definidos em legislação
5	Movimentação de solo e manejo de plantas	Instalação e Operação	(4) Transporte não intencional de vetor onde a EEI está como passageira acidental em veículos ou maquinários	Estruturas e pneus de veículo de transporte terrestre, máquinas, tratores, escavadeiras e caminhões	Empreendimentos diversos como rodovias; ferrovias; aeroportos; dutos; linhas de transmissão de energia elétrica; aterros sanitários; usinas e indústrias; exploração econômica de madeira; exploração mineral; projetos urbanísticos; projetos agropecuários e demais empreendimentos definidos em legislação
5	Movimentação de solo e manejo de plantas	Instalação e Operação	(4) Transporte não intencional de vetor onde a EEI está como passageira acidental em equipamentos pessoais	Botas, calças, mochilas e equipamentos de proteção individual	Empreendimentos diversos como rodovias; ferrovias; aeroportos; dutos; linhas de transmissão de energia elétrica; aterros sanitários; usinas e indústrias; exploração econômica de madeira; exploração mineral; projetos urbanísticos; projetos agropecuários e demais empreendimentos definidos em legislação

Capítulo	Atividades	Fases	Categoria e subcategoria de vias	Vetores	Tipologias
5	Movimentação de solo e manejo de plantas	Instalação	(1) Introdução da EEI em ambiente natural para controle de erosão/ estabilização de taludes	Humano	Empreendimentos diversos como rodovias; ferrovias; aeroportos; dutos; linhas de transmissão de energia elétrica; aterros sanitários; usinas e indústrias; exploração econômica de madeira; exploração mineral; projetos urbanísticos; projetos agropecuários e demais empreendimentos definidos em legislação
5	Movimentação de solo e manejo de plantas	Instalação e Operação	(4) Transporte não intencional de vetor onde a EEI está como passageira acidental em equipamentos de manutenção e limpeza de vegetação	Machado, facão, roçadeiras, foices, pá, carrinhos-de-mão etc.	Empreendimentos diversos como rodovias; ferrovias; aeroportos; dutos; linhas de transmissão de energia elétrica; aterros sanitários; usinas e indústrias; exploração econômica de madeira; exploração mineral; projetos urbanísticos; projetos agropecuários e demais empreendimentos definidos em legislação
5	Movimentação de solo e manejo de plantas	Instalação e Operação	(5) Corredor de transporte criado artificialmente onde a EEI se movimenta	Vento, água e solo	Empreendimentos diversos como rodovias; ferrovias; aeroportos; dutos; linhas de transmissão de energia elétrica; aterros sanitários; usinas e indústrias; exploração econômica de madeira; exploração mineral; projetos urbanísticos; projetos agropecuários e demais empreendimentos definidos em legislação
6	Plantio de vegetação direcionado a recuperação de áreas degradadas, compensação ambiental, controle de erosão, paisagismo e barreiras	Instalação	(1) Introdução da EEI em ambiente natural para recuperação ambiental ou compensação ambiental	Humano	Empreendimentos diversos como rodovias; ferrovias; aeroportos; dutos; linhas de transmissão de energia elétrica; aterros sanitários; usinas e indústrias; exploração econômica de madeira; exploração mineral; projetos urbanísticos; projetos agropecuários e demais empreendimentos definidos em legislação
6	Plantio de vegetação direcionado a recuperação de áreas degradadas, compensação ambiental, controle de erosão, paisagismo e barreiras	Instalação	(1) Introdução da EEI em ambiente natural para controle de erosão/ estabilização de taludes	Humano	Empreendimentos diversos como rodovias; ferrovias; aeroportos; dutos; linhas de transmissão de energia elétrica; aterros sanitários; usinas e indústrias; exploração econômica de madeira; exploração mineral; projetos urbanísticos; projetos agropecuários e demais empreendimentos definidos em legislação

Capítulo	Atividades	Fases	Categoria e subcategoria de vias	Vetores	Tipologias
6	Plantio de vegetação direcionado a recuperação de áreas degradadas, compensação ambiental, controle de erosão, paisagismo e barreiras	Instalação e Operação	(2) Dispersão da área de cultivo paisagístico (fins ornamentais) para o ambiente natural	Humano	Empreendimentos diversos como rodovias; ferrovias; aeroportos; dutos; linhas de transmissão de energia elétrica; aterros sanitários; usinas e indústrias; exploração econômica de madeira; exploração mineral; projetos urbanísticos; projetos agropecuários e demais empreendimentos definidos em legislação
6	Plantio de vegetação direcionado a recuperação de áreas degradadas, compensação ambiental, controle de erosão, paisagismo e barreiras	Instalação	(1) Introdução da EEI em ambiente natural para formar barreiras físicas, como quebra-vento e cerca viva	Humano	Empreendimentos diversos como rodovias; ferrovias; aeroportos; dutos; linhas de transmissão de energia elétrica; aterros sanitários; usinas e indústrias; exploração econômica de madeira; exploração mineral; projetos urbanísticos; projetos agropecuários e demais empreendimentos definidos em legislação
7	Silvicultura	Instalação; Operação e Desativação	(2) Dispersão da área de plantio ou talhão de produção (fins silviculturais) para o ambiente natural	Humano	Empreendimentos de silviculturas, agrossilviculturas e que realizam reflorestamento misto ou homogêneo para fins de produção de madeira, lenha, fibras, celulose e produtos não madeireiros
8	Aquicultura	Instalação; Operação e Desativação	(2) Escape do confinamento ou do cativeiro (fins comerciais) para o ambiente natural	Humano	Piscicultura em tanque-escavado/edificado; algicultura; piscicultura de tanque-rede; ranicultura; malacocultura; cultivo de peixes ornamentais; carcinicultura de água doce em tanque escavado/edificado; produção de formas jovens; carcinicultura de água doce em tanques-rede; pesque-pague e outros cultivos ou a criação de organismos cujo ciclo de vida, em condições naturais, ocorre total ou parcialmente em meio aquático
8	Aquicultura	Instalação; Operação e Desativação	(2) Escape do confinamento ou do cativeiro, onde a EEI é mantida como isca viva, para o ambiente natural	Humano	Piscicultura em tanque-escavado/edificado; algicultura; piscicultura de tanque-rede; ranicultura; malacocultura; cultivo de peixes ornamentais; carcinicultura de água doce em tanque escavado/edificado; produção de formas jovens; carcinicultura de água doce em tanques-rede; pesque-pague e outros cultivos ou a criação de organismos cujo ciclo de vida, em condições naturais, ocorre total ou parcialmente em meio aquático

Capítulo	Atividades	Fases	Categoria e subcategoria de vias	Vetores	Tipologias
9	Pecuária e produção animal	Instalação; Operação e Desativação	(2) Escape do confinamento ou do cativeiro (fins comerciais) para o ambiente natural	Humano	Projetos Agropecuários que contemplem áreas acima de 1.000ha, ou menores, neste caso, quando se tratar de áreas significativas em termos percentuais ou de importância do ponto de vista ambiental, inclusive nas Áreas de Proteção Ambiental; Atividades de apicultura; caprinocultura; ovinocultura; bubalinocultura; equinocultura; cunicultura e bovinocultura
9	Pecuária e produção animal	Instalação; Operação e Desativação	(2) Dispersão da área de cultivo, com fins forrageiros ou do cocho de alimentação, para o ambiente natural	Humano	Projetos Agropecuários que contemplem áreas acima de 1.000ha, ou menores, neste caso, quando se tratar de áreas significativas em termos percentuais ou de importância do ponto de vista ambiental, inclusive nas Áreas de Proteção Ambiental; Atividades de apicultura; caprinocultura; ovinocultura; bubalinocultura; equinocultura; cunicultura e bovinocultura
9	Pecuária e produção animal	Operação	(3) Transporte não intencional de EEI aderidas no corpo ou no sistema digestivo de animais que são transportados	Animal da criação transporta a EEI nos pelos, sistemas digestivos e cascos	Projetos Agropecuários que contemplem áreas acima de 1.000ha, ou menores, neste caso, quando se tratar de áreas significativas em termos percentuais ou de importância do ponto de vista ambiental, inclusive nas Áreas de Proteção Ambiental; Atividades de apicultura; caprinocultura; ovinocultura; bubalinocultura; equinocultura; cunicultura e bovinocultura
9	Pecuária e produção animal	Instalação e Operação	(3) Transporte não intencional de EEI contaminando lotes de sementes para cultivo ou consumo animal	Lotes de sementes	Projetos Agropecuários que contemplem áreas acima de 1.000ha, ou menores, neste caso, quando se tratar de áreas significativas em termos percentuais ou de importância do ponto de vista ambiental, inclusive nas Áreas de Proteção Ambiental; Atividades de apicultura; caprinocultura; ovinocultura; bubalinocultura; equinocultura; cunicultura e bovinocultura
10	Uso e manejo da fauna exótica em cativeiro	Instalação; Operação e Desativação	(2) Escape do confinamento ou do cativeiro (fins comerciais) para o ambiente natural	Humano	Atividade de manejo de fauna exótica e criadouro de fauna silvestre

GUIA TÉCNICO DE PREVENÇÃO DE INVASÃO BIOLÓGICA ASSOCIADA A ATIVIDADES DE EMPREENDIMENTOS LICENCIÁVEIS EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO FEDERAIS

A implementação de medidas preventivas para impedir ou reduzir a introdução e a dispersão de espécies exóticas invasoras é fundamental para a conservação de espécies nativas e ecossistemas nas unidades de conservação federais.

©Marina Guimarães Freitas / Acervo CBC/ICMBio





ANEXO II

Esquema de categorização das vias da Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) para a introdução de espécies exóticas, mostrando como as 43 subcategorias se reportam às cinco categorias principais das vias. Todas as vias nesta classificação podem ser amplamente classificadas em três tipos de mecanismos de introdução e dispersão de espécies exóticas: 1) aqueles que envolvem transporte intencional da espécie; 2) aqueles em que a espécie foi transportada involuntariamente e 3) aqueles em que a espécie se propaga por meio de corredores artificiais. O presente Guia associa os mecanismos de introdução e dispersão de espécies exóticas referentes às categorias de 1 a 5 e às atividades licenciáveis em Unidades de Conservação federais. Mecanismo de dispersão natural (categoria 6) de áreas invadidas onde as espécies foram introduzidas inicialmente pelas outras vias não é aplicável no contexto desse documento.

Quadro – Esquema de categorização das vias da Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) para a introdução de espécies exóticas, mostrando como as 43 subcategorias se reportam às cinco categorias principais das vias^{1,2} abordadas neste Guia.

Mecanismo	Categoria	Subcategoria
Introdução intencional	1 Introdução da espécie em ambiente natural para determinado uso – a espécie é liberada ou plantada na natureza para atender uso humano	<p>Controle biológico</p> <p>Controle de erosão, estabilização de dunas e barreiras físicas</p> <p>Pesca desportiva e profissional</p> <p>Caça</p> <p>Introdução por razões culturais</p> <p>Introdução para fins de conservação ou manejo da vida selvagem</p> <p>Introdução para outros usos específicos (como fazendas de peles, para transporte, medicinal etc.)</p> <p>Outras introduções que não se encaixam especificamente nas outras subcategorias</p>
	2 Escape do confinamento ou dispersão da área de cultivo para o ambiente natural - a espécie escapa das condições de confinamento ou de controle, onde inicialmente foi introduzida para determinado uso	<p>Agricultura</p> <p>Aquicultura/maricultura</p> <p>Jardim botânico/zoológico/aquários públicos</p> <p>Animais de estimação/aquários domésticos/terrários</p> <p>Pecuária e criação de animais</p> <p>Silvicultura</p> <p>Criação de animais para a produção de peles</p> <p>Horticultura</p> <p>Ornamental e paisagístico</p> <p>Criação <i>ex situ</i> para uso em pesquisa</p> <p>Alimento vivo e isca viva</p> <p>Outro tipo de escape do confinamento</p>

Mecanismo	Categoria	Subcategoria
Introdução não intencional	3 Transporte de organismos ou materiais e produtos contaminados - a espécie interage diretamente com a mercadoria transportada, como uma associação a um organismo ou habitat específico que é o foco do transporte	<p>Comércio de viveiros de plantas</p> <p>Isca viva, congelada ou em conserva</p> <p>Comércio de alimentos para humanos (incluindo alimentos vivos)</p> <p>Espécies aderidas no corpo ou no sistema digestivo de animais que são transportados</p> <p>Parasitas e agentes infecciosos em animais</p> <p>Transporte de plantas</p> <p>Parasitas e agentes infecciosos em planta</p> <p>Lotes de sementes para cultivo ou consumo animal</p> <p>Comércio de madeira ou produtos madeireiros</p> <p>Transporte de material de <i>habitat</i> (cascalho, solo, vegetação, palhada etc.)</p>
	4 Transporte pelo vetor onde a espécie está como passageira - a espécie usa vetores simplesmente para se mover entre locais, sem interagir diretamente com o vetor que está em transporte	<p>Equipamento de pesca</p> <p>Contêiner/cargas/caixas de transporte</p> <p>Aviões e aeronaves</p> <p>Navios, barcos e outras embarcações</p> <p>Máquinas e equipamentos</p> <p>Pessoas e suas bagagens/equipamentos particulares</p> <p>Material de embalagem orgânica como caixas, paletes, serragem, palha, etc.</p> <p>Água de lastro de navios e barcos</p> <p>Incrustação no casco de navios e barcos</p> <p>Veículos terrestres como carros, vans, caminhões, trens etc.</p> <p>Outro meio de transporte</p>
Dispersão não intencional	5 Corredor de transporte criado artificialmente - a espécie chega uma nova região após a construção de infraestruturas	<p>Vias navegáveis e canais (conectando bacias hidrográficas, lagos e mares)</p> <p>Túneis, vias, estradas e pontes (conectando ambientes terrestres)</p>

Fonte: ¹UNEP (United Nations Environment Programme), CBD (Convention on Biological Diversity), SBSTTA (Subsidiary Body on Scientific, Technical and Technological Advice). 2014. Management of risks associated with introduction of alien species as pets, aquarium and terrarium species, and as live bait and live food, and related issues. 18p. <<https://www.cbd.int/doc/meetings/sbstta/sbstta-18/official/sbstta-18-08-en.pdf>>. Acesso em: 01/03/2021.

²IUCN (International Union for Conservation of Nature). 2017. Guidance for interpretation of CBD categories on introduction pathways. Technical note prepared by IUCN for the European Commission. 108p. <<https://www.cbd.int/doc/c/9d85/3bc5/d640f059d03acd717602cd76/sbstta-22-inf-09-en.pdf>> Acesso em: 17/08/2020.



GUIA TÉCNICO DE PREVENÇÃO DE INVASÃO BIOLÓGICA ASSOCIADA A ATIVIDADES
DE EMPREENDIMENTOS LICENCIÁVEIS EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO FEDERAIS

Cachoeira no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, GO.

©Marina Guimarães Freitas



REALIZAÇÃO



APOIO



**ESPÉCIES
EXÓTICAS
INVASORAS**
ICMBio-MMA



MINISTÉRIO DO
MEIO AMBIENTE

