

CAPÍTULO 6: OPÇÕES PARA A GESTÃO E O MANEJO DE ESPÉCIES EXÓTICAS INVASORAS

Como citar: Ziller, S.R., Ramos, H.A.C., Galheigo, F.A., Azevedo, C., Kremer, L.P., Cheker, M., Pszczol, S.O., Chapla, T. Capítulo 6: Opções para a gestão e o manejo de espécies exóticas invasoras. *In: Dechoum, M.S., Junqueira, A. O. R., Orsi, M.L. (Org.). Relatório Temático sobre Espécies Exóticas Invasoras, Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos. 1ª Ed. São Carlos: Editora Cubo, 2024. P. 237-272. <https://doi.org/10.4322/978-65-00-87228-6.cap6>*

COORDENADORES DO CAPÍTULO

Sílvia Ziller¹, Henrique A.C. Ramos²,
Fernando A. Galheigo³

¹Instituto Hórus de Desenvolvimento e
Conservação Ambiental

²Comissão para Conservação da Vida Marinha
na Antártica

³Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos
Recursos Naturais Renováveis

AUTORAS LÍDERES DO CAPÍTULO

Cristina Azevedo⁴, Laura Pioli Kremer⁵,
Monique Cheker⁶, Simone Oigman Pszczol⁷,
Tatiani Chapla⁸

⁴Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e
Logística do estado de São Paulo

⁵Instituto Federal de Santa Catarina

⁶Ministério Público Federal

⁷Instituto Brasileiro de Biodiversidade

⁸Ministério do Meio Ambiente

AUTORES CONTRIBUINTE DO CAPÍTULO

Maria Carmen Sestren Bastos⁹, Matheus da
Silva Asth¹⁰

REVISORES EXTERNOS DO CAPÍTULO

Maria Cecília Wey de Brito¹¹, Bráulio Dias¹²

¹¹Instituto Ekkos Brasil

¹²Universidade de Brasília

LISTA DE SIGLAS

APA – Área de Proteção Ambiental
CDB – Convenção sobre Diversidade Biológica
CNPq – Conselho Nacional de Pesquisa
CITES – Convenção sobre Comércio Internacional das Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção
CONSEMA – Conselho Estadual de Meio Ambiente
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
GISP - Programa Global de Espécies Invasoras (Global Invasive Species Programme, em inglês)
IBAMA – Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IMA SC – Instituto de Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina
INEA – Instituto Estadual do Ambiente (Rio de Janeiro)
INEMA – Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Bahia)
Instituto Hórus - Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental
MMA – Ministério do Meio Ambiente
MCT – Ministério de Ciência e Tecnologia
PARNA – Parque Nacional
PDT&I – Pesquisa, Desenvolvimento Tecnológico e Inovação
SEAS – Secretaria de Estado do Ambiente (Rio de Janeiro)
SEMA – Secretaria de Estado de Meio Ambiente
USP – Universidade Federal de São Paulo

SUMÁRIO EXECUTIVO

Reconhecer o tema como uma política pública transversal e desenvolver experiências continuadas de governança é fundamental para a gestão e o manejo de espécies exóticas invasoras (bem estabelecido) {1.2}. Dada a diversidade de atividades que funcionam como vias de introdução e dispersão de espécies exóticas invasoras, assim como os impactos decorrentes, o tema passa pela esfera de interesse e atuação de múltiplos grupos sociais, esferas de governo e políticas públicas. É preciso considerar a possibilidade de resistência social a ações de manejo e à regulamentação de atividades produtivas, a necessidade de melhorar a percepção pública do problema e o desenvolvimento de alternativas produtivas sustentáveis. A pluralidade de interesses soma-se à necessidade de descentralizar ações e ampliar a integração com o terceiro setor. As dificuldades criadas por essa diversidade de atores podem ser mitigadas pelo estabelecimento de estruturas de coordenação dedicadas a iniciativas de manejo.

Há necessidade de formação de pessoas em todos os níveis, desde a coordenação pelo Governo Federal, até iniciativas locais de conservação da biodiversidade. (estabelecido, mas incompleto) {1.3}. A escassez de recursos humanos e de capacidade técnica e administrativa instalada dificulta a execução de ações de manejo, o que torna fundamental a qualificação de profissionais para facilitar o engajamento de gestores ambientais das três esferas do poder público para a realização de ações conjuntas, em consonância com iniciativas da academia e do terceiro setor. Nos últimos anos, houve progresso na capacidade institucional no MMA, ICMBio, IBAMA e algumas agências ambientais estaduais, porém há uma lacuna relacionada à quantidade de servidores e ao preparo técnico para atuar na agenda.

Uma compilação normativa que trate especificamente do tema (como um Código ou Política Nacional sobre Espécies Exóticas Invasoras), bem como previsões de ações administrativas mais detalhadas, será de grande utilidade para o avanço da gestão do tema (estabelecido, mas incompleto) {2.1 e 2.2}. A atuação de tomadores de decisão e demais atores conta com amplo suporte legal nos mais diversos níveis. Na base desse arcabouço jurídico estão a Constituição Federal e as convenções internacionais das quais o Brasil é signatário, mas existe todo um arcabouço legal em vigor com aplicação nos principais setores produtivos que atuam como fontes de espécies exóticas invasoras ou são impactados por estas. São exemplos o mercado de plantas ornamentais, a agropecuária, a navegação comercial, a aquicultura, a pesca desportiva, o manejo florestal, o mercado de animais de estimação e o aquarismo. Essas ferramentas legais podem prevenir a introdução de novas espécies, controlar a dispersão de espécies já introduzidas e incentivar a erradicação e o controle. A falta de clareza existente sobre a maior parte dos grupos biológicos se restringe à introdução e reintrodução a partir da importação. Para o caso de movimentação interna no país, ou introdução e rein-

trodução de espécies nativas fora de suas áreas de distribuição natural, a necessidade de autorização ou licença geralmente inexistente. Outros pontos chave são a necessidade de facilitar o registro de produtos químicos para controle de espécies exóticas invasoras, a microchipagem de animais de estimação e o licenciamento ambiental para o setor de plantas ornamentais.

A efetiva implementação de iniciativas de gestão e manejo de espécies exóticas passa pela necessidade de mudança da percepção pública sobre o tema (estabelecido, mas incompleto) {3.1}. A preocupação de setores envolvidos em atividades produtivas ou comerciais tem mais foco em questões de adaptação das espécies e de valor econômico. Ao público em geral falta conhecimento sobre a origem das espécies e os respectivos impactos. A valorização da biodiversidade local passa pelo conhecimento de espécies nativas existentes, de técnicas e conhecimentos de povos tradicionais e pela disponibilidade no mercado. Existe no país uma infinidade de conhecimentos, usos e estudos sobre espécies nativas, porém a tendência de mercado focada na importação ou translocação de espécies predomina. Políticas de apoio a sistemas produtivos com espécies nativas e adaptação de sistemas de produção de comunidades tradicionais são chave para que essas mudanças possam ser consolidadas.

Existe uma gama de ações passíveis de implementação em diferentes níveis e situações, assim como potenciais fontes de financiamento, de acordo com cada situação específica (estabelecido, mas incompleto) {3.2 e 4.1 a 4.12}. A despeito da complexidade do tema, inúmeras ações podem ser tomadas por diferentes atores em diferentes níveis, como a publicação de listas de espécies invasoras, a regulamentação de uso de espécies em sistemas produtivos, o estabelecimento de programas de gestão e controle em áreas prioritárias, a formação de pessoas, a disponibilização de informações para a gestão e o manejo e a adoção de protocolos de avaliação de risco para solicitações de introdução de espécies. Como potenciais mecanismos de financiamento ainda pouco acionados para tratar do tema são apresentados o Fundo de Defesa de Direitos Difusos, medidas de compensação ambiental, dispositivos de reparação de danos ambientais, termos de ajustamento de conduta e conversão de multas ambientais, entre outros.

6.1 Governança

6.1.1 Contexto brasileiro: linha do tempo

A gestão e o manejo de espécies exóticas invasoras foram pauta governamental primeiro nas áreas de saúde pública e agricultura (Braga & Valle 2007). Na área ambiental, tratativas sobre o tema começaram com os debates para assinatura da Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), em 1992 (Brasil 1998a) (Figura 1). A primeira reunião internacional no Brasil sobre o tema foi organizada em 2001 pelo Programa Global de Espécies Invasoras (GISP), o Ministério do Meio Ambiente (MMA) e a EMBRAPA, congregando países da América Latina para promover integração regional (Ziller et al. 2005).

No ano de 2002, foi fundado o Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental em Florianópolis – SC, Organização Não Governamental dedicada a promover a gestão e o manejo de espécies exóticas invasoras no Brasil, com um *website* contendo informações técnicas e científicas de apoio à gestão, ao manejo e à pesquisa. Em agosto de 2003 o Governo Federal criou uma Força-Tarefa Nacional para controle do mexilhão-dourado (*Limnoperna fortunei*) (Brasil 2003). Foi elaborado um Plano de Ação Emergencial e registrada a dificuldade dos órgãos ambientais para tratar da questão.

Em 2004-2005, MMA, MCTI e CNPq realizaram um levantamento nacional sobre espécies exóticas invasoras em ambientes de água doce, marinhos, terrestres, em sistemas de produção e na saúde humana. Em 2005, MMA, IBAMA, Fundação Oswaldo Cruz, EMBRAPA, Universidade Federal de Viçosa, Instituto Oceanográfico da USP e Instituto Hórus promoveram o I Simpósio Brasileiro sobre Espécies Exóticas Invasoras em Brasília. O Simpósio levou a um aumento significativo de publicações sobre invasões biológicas e de marcos legais no país (Zenni et al. 2016). Ainda em 2005 foi lançada a Base de Dados Nacional de Espécies Exóticas Invasoras pelo Instituto Hórus (Instituto Hórus 2023).

Em agosto de 2006 uma Câmara Técnica Permanente sobre Espécies Exóticas Invasoras da Comissão Nacional de Biodiversidade elaborou uma Estratégia Nacional para Espécies Exóticas Invasoras (Brasil 2009a), porém não houve coordenação nacional para a execução.

Entre 2001 e 2007, o Instituto Ambiental do Paraná (atualmente Instituto Água e Terra) começou a controlar espécies exóticas invasoras em Unidades de Conservação estaduais com apoio do Instituto Hórus. Já em 2002 o plano de manejo do Parque Estadual de Vila Velha contemplou ações detalhadas de controle. Em 2007 foi estabelecido o Programa do estado do Paraná para Espécies Exóticas Invasoras e publicada a primeira lista oficial estadual do Brasil (atual Portaria IAP nº 059/2015). Um Comitê Estadual realiza a gestão do programa com as Secretarias de Meio Ambiente, de Agricultura, de Saúde e de Educação, IBAMA, ICMBio,

Instituto Hórus, Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental e Mater Natura.

A Fundação de Meio Ambiente do estado de Santa Catarina (FATMA, atual Instituto de Meio Ambiente – IMA SC), em 2008 e com apoio do Instituto Hórus, promoveu eventos de formação de funcionários de Unidades de Conservação para manejo, envolveu o setor de licenciamento ambiental nas discussões, elaborou uma lista oficial estadual (Resolução CONSEMA nº 08/2012) e planos de ação para Unidades de Conservação estaduais. Foram incluídas regras de prevenção à invasão no licenciamento ambiental.

Em 2009, a Secretaria de Meio Ambiente do estado de São Paulo consolidou uma lista de 123 espécies exóticas invasoras. O CONSEMA emitiu a Deliberação nº 30/2011, com uma lista restrita de espécies, e a Deliberação Normativa nº 2/2011, com procedimentos para atualização. Resultados de risco alto para certas espécies de sistemas produtivos inviabilizaram a aprovação da lista. Ainda assim, desde 2017, os Planos de Manejo de UCs incluem medidas referentes a espécies exóticas invasoras.

Em 2013-2014, a Secretaria de Meio Ambiente do Rio Grande do Sul, com apoio do Instituto Hórus, estabeleceu as bases para o Programa Invasoras RS. Foram elaborados uma lista estadual (Portaria SEMA RS nº 79/2013), planos de ação para quatro Unidades de Conservação e Instruções Normativas para espécies, assim como o primeiro aplicativo para telefones celulares do país para registro de ocorrências de espécies exóticas invasoras.

A Universidade Estadual do Rio de Janeiro propôs a publicação de uma lista oficial já em 2008. Apenas em 2013 a SEAS e o INEA promoveram um evento para validação da lista, porém o CONEMA não aprovou a iniciativa. Com apoio do Instituto Hórus, foram realizados eventos de capacitação técnica para funcionários de Unidades de Conservação em 2013-2014. A lista foi publicada em 2022 com artigo científico (Bergallo et al. 2021). Ainda em 2013, o Instituto Estadual de Meio Ambiente do Estado da Bahia (INEMA) promoveu um curso de formação para servidores sobre espécies exóticas invasoras.

Em 2013, foi fundado o Instituto Brasileiro de Biodiversidade (BrBio) para aproximar o conhecimento científico da sociedade e atuar nas áreas de comunicação, educação, subsídios a políticas públicas, pesquisa e controle de coral-sol (*Tubastraea* spp.), através do Projeto Coral-Sol. Em 2014, estabeleceu-se a Rede Coral-Sol de PDT&I, com treze instituições de pesquisa e gestão, com espaço para divulgação no Aquário Marinho do Rio em 2016.

Em 2016 foram priorizadas três espécies no Plano Plurianual do Governo Federal (Lei nº 13.249/2016): javali (*Sus scrofa*), mexilhão-dourado e coral-sol (*Tubastraea* spp.). Planos Nacionais de controle foram elaborados entre 2016 e 2017 para execução até 2021. Em 2017, foi aprovado o Projeto GEF Pró-Espécies: Estratégia

Nacional para a Conservação de Espécies Ameaçadas, com execução até 2023, incluindo um componente para melhoria da gestão de espécies exóticas invasoras.

Em 2017, a CONABIO recriou a Câmara Técnica de Espécies Exóticas Invasoras, que aprovou a nova [Estratégia Nacional para Espécies Exóticas Invasoras](#) (Brasil 2018a, Brasil 2018b), alinhando iniciativas nacionais com compromissos internacionais, especialmente a Meta 15.8 dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ONU 2018).

O INEMA-BA promoveu em 2019 a elaboração de planos de ação para duas Unidades de Conservação e a formação de servidores para manejo de espécies exóticas invasoras, com apoio do Instituto Hórus. Em 2022, o INEMA investiu recursos na elaboração de uma lista estadual de espécies exóticas invasoras e na gestão de ameaças a espécies nativas no território do Plano de Ação Territorial Chapada Diamantina – Serra da Jiboia.

O IMA-SC publicou portarias regulamentando o uso de espécies listadas no ano de 2020, com melhoria de critérios para atividades sujeitas a licenciamento ambiental. No Rio de Janeiro, algumas ações de manejo de espécies exóticas invasoras foram incluídas no Plano de Ação Nacional da Flora Endêmica, coordenado pelo Centro Nacional de Conservação da Flora do Instituto de Pesquisas do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, o que levou a novo evento de formação de pessoas e à elaboração de planos de ação para diversas Unidades de Conservação estaduais em 2021, com apoio do Instituto Hórus.

Em março de 2021, o Governo de Pernambuco instituiu o Decreto nº 50.351, que dispõe sobre ações de prevenção, erradicação, controle e monitoramento de espécies exóticas invasoras e proteção da biodiversidade marinha. No ano de 2022, teve início a elaboração de uma lista oficial para o estado.

O MMA elaborou, entre 2021 e 2023, listas nacionais de espécies exóticas invasoras presentes no país e com risco de introdução, assim como um Programa Nacional de Alerta, Detecção Precoce e Resposta Rápida de Espécies Exóticas Invasoras. No mesmo período, o ICMBio estabeleceu a Divisão de manejo de espécies exóticas invasoras para orientar, apoiar e estimular o manejo de espécies exóticas invasoras em unidades de conservação federais.

A evolução do tema é sumarizada na Figura 6.1.

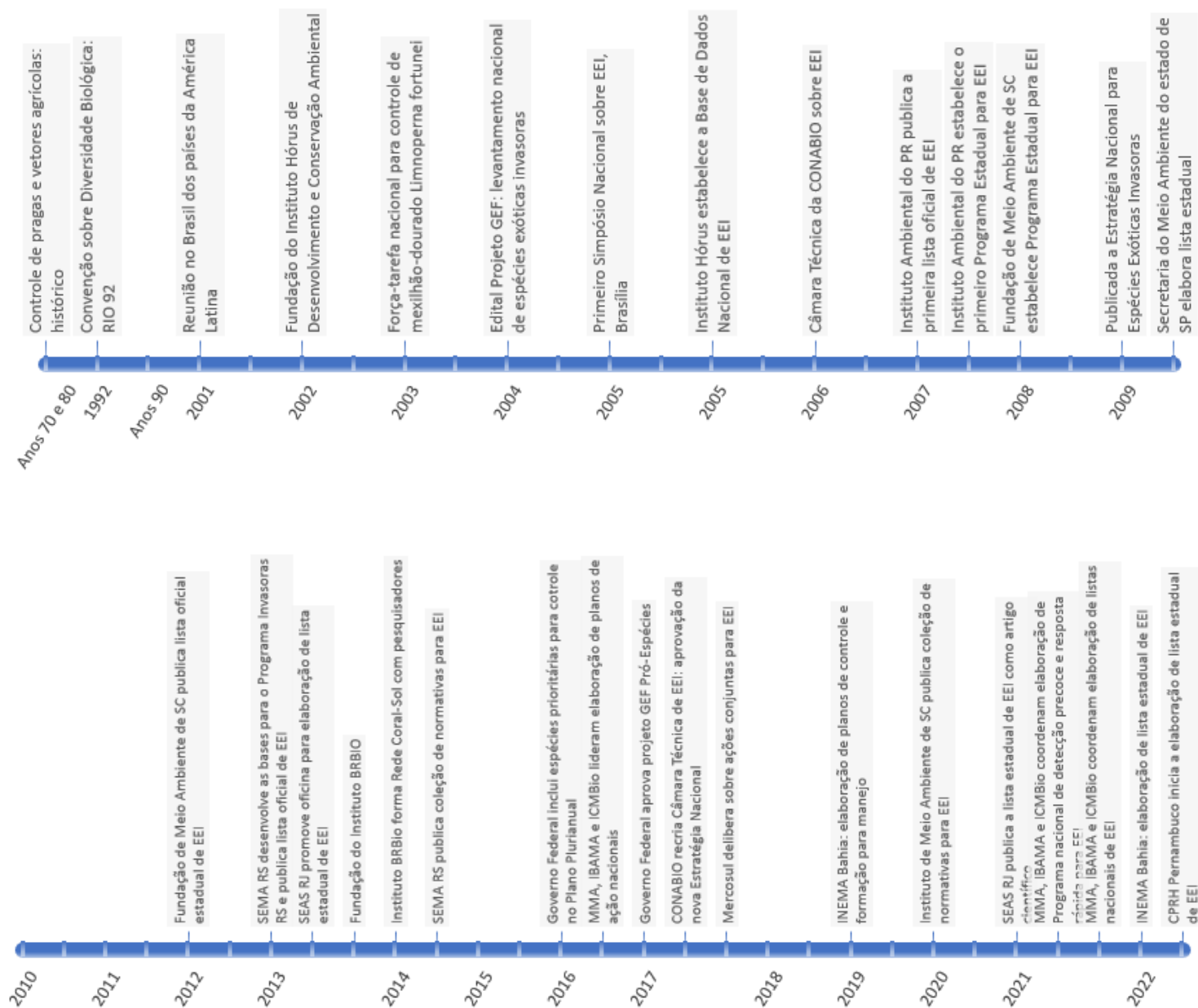


Figura 6.1 – Linha do tempo: evolução do tema com os principais marcos legais e de políticas públicas referentes a espécies exóticas invasoras no Brasil.

6.1.2 Desafios da governança de espécies exóticas invasoras no Brasil

O desafio em termos de governança de espécies exóticas invasoras no Brasil está em priorizar o tema como uma política pública transversal – ambiental, econômica e de saúde – e ampliar o conhecimento de sua importância tanto entre gestores e técnicos da administração pública, quanto de empreendedores privados e do público em geral, em especial sobre como agir para prevenir, mitigar impactos negativos e solucionar problemas de invasão biológica. Essas lacunas são abordadas nos capítulos 3, 4 e 5 deste diagnóstico, sendo importante salientar que a governança de espécies exóticas invasoras exige planejamento e implementação de ações complexas e integradas.

Parte do problema se deve ao fato de que a governança de espécies exóticas invasoras carece de experiências mais longas e continuadas de aplicação prática no Brasil, em especial na esfera federal. Adicionalmente, as referências ao tema na legislação ambiental são fragmentadas, o que aumenta o desafio para capacitação, subsídio ou instrução de autoridades responsáveis pela gestão ambiental em todas as esferas da administração pública no curto prazo requerido para dar respostas efetivas a processos de invasão biológica.

Em nível estadual, por sua vez, estão disponíveis exemplos de experiências mais longas de gestão de espécies exóticas invasoras, iniciadas pelo governo do estado do Paraná em 2001, de Santa Catarina em 2008 e do Rio Grande do Sul em 2013. Dada a necessidade de descentralizar a gestão e as ações práticas necessárias, esses modelos constituem importante fonte de referência para replicação aos demais estados do país. Está diretamente vinculada às iniciativas estaduais a atuação do terceiro setor, na figura do Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental, que proveu apoio ao desenvolvimento dos programas estaduais de gestão e informação técnica para a elaboração de listas oficiais estaduais através da Base de Dados Nacional de Espécies Exóticas Invasoras.

O envolvimento de distintos setores é necessário para elaborar e implementar planos, políticas e estratégias de execução regional. O ponto crucial está no estabelecimento de coordenação dedicada às iniciativas, com preparo para realizar esforços de articulação e integração institucional, assim como para buscar recursos para financiar ações de curto e longo prazo. As iniciativas desenvolvidas no país até hoje incluem uma rica lista de exemplos dessas dificuldades em nível federal, como foi o caso na força tarefa do mexilhão-dourado. No relatório final produzido pela força-tarefa do mexilhão-dourado, concluiu-se que o controle e a contenção da dispersão da espécie constituem tarefas de caráter permanente e cooperativo, algo que uma força-tarefa de caráter emergencial não poderia prover.

A resistência a certas ações de manejo de espécies exóticas invasoras está principalmente calcada na falta de percepção do público sobre os impactos deletérios de invasões biológicas, assim como no interesse de produtores que não querem que as espécies de seu uso sejam tratadas como invasoras e na falta de investimento em alternativas de produção com espécies nativas ou não invasoras.

Nesse sentido, ganha destaque a formação pública, com companhias e a disponibilização de materiais de referência e implementação de políticas de apoio ao desen-

volvimento de alternativas produtivas sustentáveis, especialmente em áreas como a aquicultura, o comércio de plantas ornamentais, de animais de estimação e de plantas cultivadas para fins diversos, incluindo a produção florestal.

Os benefícios do uso de espécies nativas e não invasoras deve ser veiculado também em ligação com a melhoria de resiliência ambiental para os efeitos negativos da crise climática, seja em função da manutenção do equilíbrio hídrico, da capacidade de restauração de ambientes naturais após eventos climáticos extremos e outros exemplos de fácil compreensão.

O fato de algumas espécies carismáticas integrarem listagens de espécies exóticas invasoras, a exemplo de cães, gatos, primatas e outros mamíferos e aves, gera resistência do público em geral na aceitação de que possam ser um problema ambiental. Da mesma forma, espécies amplamente utilizadas em sistemas produtivos ou de aspecto estético agradável geram conflitos de interesse, seja porque as medidas de manejo necessárias à produção segura aumentam os custos de produção ou porque há defensores de árvores ou de animais independente do dano que possam vir a causar.

Não menos importante é a resistência de setores econômicos que utilizam ou são vias de dispersão de espécies exóticas invasoras em relação à adoção de medidas de controle ou responsabilidade por escapes e danos ambientais, econômicos e sociais. O poder judiciário tem um papel crescente na exigência da aplicação do Princípio Poluidor-Pagador para responsabilizar causadores de impactos ambientais. Os desafios da governança incluem a necessidade de análise dos setores que funcionam como vias de introdução e dispersão de espécies exóticas invasoras a fim de que a gestão dessas vias seja exequível.

6.1.3 Capacidade institucional e formação de pessoas

A qualificação de profissionais da área ambiental sobre espécies exóticas invasoras, tanto no nível técnico como no operacional, é fundamental para o aprimoramento de técnicas e ações de prevenção e controle. Dada a diversidade de partes interessadas e instituições a envolver, é indispensável o engajamento de gestores ambientais das três esferas do poder público para a realização de ações conjuntas e coordenadas de controle e manejo de espécies exóticas invasoras em consonância com iniciativas da academia e do terceiro setor.

Nos últimos anos, houve progresso na capacidade institucional para atuar com o tema no MMA, no ICMBio e no IBAMA, porém há uma lacuna evidente relacionada à quantidade de servidores e ao preparo técnico para atuar na agenda. As agências ambientais dos estados do Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Rio de Janeiro, Bahia, São Paulo e no Distrito Federal, por sua vez, avançaram de forma significativa, assim como os governos do Espírito Santo e Pernambuco.

No Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, normativas específicas para espécies foram publicadas, respectivamente, em 2013 e em 2020, regulamentando as listas oficiais estaduais. No âmbito da sociedade civil, o Instituto Hórus vem promovendo

curso de capacitação técnica para manejo de espécies exóticas invasoras desde 2007. Além do manejo, também foram realizados cursos sobre a aplicação de análises de risco para invasão biológica para agências estaduais e federais.

O Instituto Brasileiro de Biodiversidade (BrBio) vem promovendo ações de sensibilização e capacitação sobre invasões biológicas e biodiversidade para pescadores tradicionais e profissionais, caiçaras, veranistas e moradores, educadores, estudantes (fundamental, médio e superior), gestores, mergulhadores, empresários em geral, guias de turismo, profissionais de turismo e de hotelaria, barqueiros, líderes locais, jornalistas e aquaríofistas desde 2006, através do Projeto Coral-Sol.

O ICMBio oferece, desde 2020, um curso anual de educação à distância para gestores de Unidades de Conservação federais sobre manejo de espécies exóticas invasoras. Eventos de capacitação vêm sendo realizados em parceria ou por equipes gestoras de UCs com comunidades para, por exemplo, instruir proprietários rurais a construir armadilhas para o javali (APA do Ibirapuitã/RS), ou operadoras de mergulho sobre como atuar ao avistar o peixe-leão (*Pterois volitans*) (APA e PARNA Fernando de Noronha).

Outro importante fator para a atuação de agentes públicos é o aporte de recursos orçamentários. A lacuna de políticas públicas específicas e de programas consolidados dificulta a alocação de recursos para o tema. No Rio Grande do Sul, o Programa Invasoras RS utiliza recursos do Fundo Estadual de Meio Ambiente para financiar ações de controle de espécies exóticas invasoras em áreas prioritárias. Em Santa Catarina, recursos de compensação ambiental têm financiado ações de controle em áreas naturais.

6.2 Respostas de gestão com base legal

6.2.1 Tratados internacionais e legislação de base

Embora a fragmentação e a complexidade da legislação sejam desafios significativos, a atuação de tomadores de decisão e demais partes interessadas na gestão e manejo de espécies exóticas invasoras conta com suporte legal em diversos níveis. O arcabouço legal existente pode ser utilizado por agentes públicos para embasar e justificar a tomada de decisão e por partes interessadas não governamentais para cobrar atuação do poder público. Na base desse arcabouço jurídico estão a Constituição Federal e as convenções internacionais das quais o Brasil é signatário.

6.2.1.1 Constituição Federal

No ordenamento jurídico brasileiro, o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado é protegido pela Constituição Federal de 1988 (Brasil 1988), que faz referência expressa a tratados e convenções internacionais, por leis ordinárias e complementares, bem como pela legislação infralegal. Destaca-se, no Art. 225, o dever do Poder Público (União, Estados e Municípios) de defender “o meio ambiente ecologicamente equilibrado”, bem como de “defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.

No tema de responsabilidade civil, o §3º, do art. 225, da Constituição, c/c com o art. 14, §1º, da Lei nº 6.938, de 31/03/1981, institui a responsabilidade objetiva de quem desenvolve atividades lesivas ao meio ambiente. O poluidor é obrigado a indenizar ou reparar os danos causados ao meio ambiente independentemente de culpa. Este artigo abre oportunidades para melhorar o manejo de espécies exóticas invasoras utilizadas para fins produtivos e comerciais.

A atuação da União, Estados, Distrito Federal e municípios em relação ao art. 23 da Constituição é regulamentada na Lei Complementar nº 140 (Brasil, 2011). Especificamente no controle de introdução de espécies exóticas potencialmente invasoras que possam ameaçar os ecossistemas, habitats e espécies nativas, o Art. 7º, incisos XVII e XVIII preveem ação administrativa a cargo da União. Entretanto, a mesma Lei Complementar estabelece competência comum da União, estados, Distrito Federal e municípios para a fiscalização e a punição de infrações administrativas ambientais, sobretudo quanto a danos, diretos ou indiretos, causados a bens de titularidade do ente federativo em questão, independentemente de quem seja titular do poder de licenciamento.

6.2.1.2 Convenções internacionais

O Brasil é signatário de convenções e tratados internacionais relevantes para o tema de espécies exóticas invasoras, sendo a principal delas a Convenção Internacional sobre Diversidade Biológica (CDB) (BRASIL 1998a), que no Artigo 8(h) estabelece que cada parte signatária deve impedir que se introduzam, controlar ou erradicar espécies exóticas que ameacem os ecossistemas, habitats ou espécies.

A CDB provê uma série de diretrizes para a gestão de espécies exóticas invasoras e orienta o Marco Global para a Diversidade Biológica, renovado na Convenção das Partes em dezembro de 2022 com a proposta de proteger 30% das terras, oceanos, áreas costeiras e águas interiores até 2030 em todo o mundo, e restaurar 30% dos ecossistemas já degradados. A proposta de ação para espécies exóticas invasoras se refere à Meta 6, a qual dispõe que “Até 2030, gerenciar e, quando possível, controlar as vias e vetores de introdução de espécies exóticas invasoras, alcançando uma redução de 50% na taxa de novas introduções e controlar ou erradicar as espécies exóticas invasoras para eliminar ou reduzir seus impactos, incluindo em pelo menos 50% das áreas prioritárias”.

O Brasil aderiu aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas, que incluem 17 Objetivos e 169 Metas. A Meta 15.8 estabelece a implementação de medidas para evitar a introdução e reduzir significativamente o impacto de espécies exóticas invasoras em ecossistemas terrestres e aquáticos, e controlar ou erradicar espécies prioritárias.

A Convenção Internacional sobre Controle e Gestão da Água de Lastro e Sedimentos de Navios foi aprovada pelo Decreto Legislativo nº 148 (Brasil 2010). No Artigo 2ª estabelece a obrigação de que seja eliminada “a transferência de organismos aquáticos nocivos” (Quadro 1).

A Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar, internalizada pelo Decreto nº 1.530, (Brasil, 1995), no Artigo 196 afirma que os Estados devem “tomar todas as medidas necessárias para prevenir, reduzir e controlar a poluição do meio marinho resultante da utilização de tecnologias sob sua jurisdição ou controle, ou a introdução intencional ou não intencional de espécies estranhas ou novas que nele possam provocar mudanças importantes e prejudiciais”.

Outras convenções internacionais das quais o Brasil é signatário também aprovaram decisões envolvendo espécies invasoras. Foi o caso da Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção (Brasil 2000a, CITES 2004), da Convenção sobre Espécies Migratórias (CMS 2014) e da Convenção sobre Zonas Úmidas de Importância Internacional (Convenção de Ramsar 2002, Brasil 2018c).

Outros acordos relevantes se referem à Organização Internacional da Saúde Animal (OIE), à Convenção Internacional para a Proteção de Plantas (IPPC), ao Protocolo de Cartagena sobre Biossegurança e Medidas Sanitárias e Fitossanitárias da Organização Mundial do Comércio (WTO SPS) e à Convenção para a Proteção do Patrimônio Mundial, Cultural e Natural (WHC).

QUADRO 6.1 - ESPÉCIES INVASORAS NO TRANSPORTE MARÍTIMO - UM PROBLEMA INTERNACIONAL COM REFLEXOS NO BRASIL

Os direcionamentos estabelecidos pela Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (UNCED) de 1992, realizada no Rio de Janeiro (ECO-92), refinados em 2002, demandaram da Organização Marítima Internacional e outras organizações relacionadas ao transporte marítimo o enfrentamento do problema de transferência de espécies exóticas invasoras por água de lastro e bioincrustação.

O Programa Global de Gerenciamento de Água de Lastro (GloBallast), iniciado no ano 2000, culminou com a aprovação da Convenção Internacional para o Controle e Gestão de Águas de Lastro e Sedimentos de Navios em 2004, posteriormente normatizado pela Marinha do Brasil com a Norma da Autoridade Marítima para o Gerenciamento da Água de Lastro de Navio - NORMAM-20/DPC e revisões subsequentes. Esta NORMAM estabelece informações sobre a gestão, métodos de gerenciamento de Água de Lastro, incluindo Sistema de Tratamento de Água de Lastro (BWMS) e a implementação do Plano de Gerenciamento da Água de Lastro do Navio e do Livro Registro de Água de Lastro, como forma de comprovação da execução de procedimentos seguros e eficazes.

Os desafios relacionados aos impactos gerados pela bioincrustação de embarcações ainda estão sendo tratados na IMO com o Projeto GloFouling, que busca implementar a Resolução MEPC no 207(62) com as Diretrizes da IMO para o controle e gerenciamento da bioincrustação dos navios, adotando uma abordagem globalmente consistente sobre o controle para minimizar riscos de transferência de espécies aquáticas invasoras. Esta resolução apresenta caráter não compulsório aos estados membros, porém já apresenta alguns avanços como a proposição do Plano de Gestão e o Livro de Registro de Bioincrustação.

Esta Diretriz mesmo serviu de base para algumas exigências realizadas nos processos de licenciamento ambiental de empreendimentos marítimos e costeiros, como por exemplo a exigência de apresentação de atestado de casco limpo para embarcações de apoio de plataformas de petróleo e de usinas eólicas offshore.

6.2.1.3 Principais diplomas legais no país

Estando clara a proteção ambiental em nível constitucional e internacional, existem outros diplomas legais, principalmente em nível federal e estadual (Leis, Decretos, Portarias, Instruções Normativas e Deliberações) que têm efeitos diretos ou indiretos na gestão de espécies exóticas invasoras.

A maior parte desses documentos pode ser consultada na lista de marcos legais mantida pelo Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental (Instituto Hórus 2023), ou na coletânea publicada pelo ICMBIO (ICMBIO 2018), que além de 36 normas de âmbito federal, também apresenta listas de pareceres internos relevantes e ações relacionadas a espécies exóticas previstas em Planos de Ação Nacionais para espécies ameaçadas de extinção.

Os dispositivos principais dentre os vários listados nessas compilações são apresentados com um detalhamento um pouco maior a seguir, de acordo com suas aplicações.

6.2.2 Regulamentação setorial

Atividades de cultivo e de criação, o turismo e a navegação comercial estão entre as principais vias de introdução e dispersão de espécies exóticas em razão de introduções e reintroduções recorrentes de grandes quantidades de espécimes, o que potencializa o estabelecimento e a invasão biológica (Saul et al. 2017, Turbelin et al. 2022, Instituto Hórus 2023). Ferramentas legais podem ser utilizadas para prevenir a introdução de novas espécies, controlar a dispersão de espécies já introduzidas no ambiente natural ou incentivar o controle e erradicação de focos de invasão.

6.2.2.1 Licenciamento ambiental

A principal ferramenta legal disponível para uso em quaisquer das atividades setoriais é o licenciamento ambiental. A Constituição Federal de 1988, em seu art. 225, IV, exige o estudo prévio de impacto ambiental para obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente. A Lei nº 140, de 8 de dezembro de 2011, art. 2º, define o licenciamento ambiental como o procedimento administrativo destinado a “licenciar atividades ou empreendimentos utilizadores de recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidores ou capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental”.

A Política Nacional de Meio Ambiente-PNMA (Brasil 1981) estabelece, no Anexo VIII, como potencialmente poluidoras, portanto, passíveis de licenciamento, atividades que envolvam a introdução de espécies exóticas, exceto para melhoramento genético vegetal e uso na agricultura. Adicionalmente, a PNMA define “poluição” no artigo 3º como sendo a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente: a) prejudiquem a saúde, a segurança, e o

bem-estar da população; b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; c) afetem desfavoravelmente a biota; d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente.

Sob esse viés legal, a introdução de espécies exóticas invasoras no Brasil é claramente classificada como atividade passível de licenciamento ambiental, enquanto a dispersão de espécies exóticas invasoras pode ser entendida como uma forma de poluição e de crime ambiental. Assim, toda atividade na qual houver potencial de causar degradação ambiental, sob qualquer forma, precisa ser licenciada, cabendo exclusivamente ao empreendedor a obrigação de evitar, controlar ou mitigar impactos.

A decisão de licenciar ou não uma atividade está sujeita aos princípios da prevenção e da precaução. O princípio da precaução é especialmente importante, pois determina que, ao invés de contabilizar os danos e tentar repará-los, se tente sobretudo evitar a sua ocorrência. É a aplicação do brocardo “mais vale prevenir” uma vez que, em muitos casos, depois de o dano ocorrer, a reconstituição ambiental é impossível ou muito onerosa. Com efeito, o custo das medidas necessárias para evitar a ocorrência de poluição é sempre muito inferior ao custo das medidas de despoluição após a ocorrência do dano, ao qual se acresce o custo do próprio dano (Canotilho 1998).

6.2.2.2 Setorização

O licenciamento ambiental de diferentes atividades envolve diferentes grupos de normas e regulamentos, sendo que o manejo de espécies exóticas aparece com maior ou menor força em cada setor. A maior parte dos empreendimentos está sujeita a regulações estaduais e municipais que podem ou não incluir referências ao tema. Os principais setores com interfaces com o tema de espécies exóticas invasoras são a agropecuária, incluindo a aquicultura, a jardinagem, o aquarismo, o mercado de animais de estimação, o turismo (incluindo a pesca desportiva), os transportes terrestres, aéreos e a navegação, que envolve a introdução de espécies em água de lastro ou por bioincrustação (Saul et al. 2017, Turbelin et al. 2022). Outras atividades também podem ser vetores ou ser afetadas pela introdução de espécies invasoras, como a indústria petroleira, atividades portuárias, a geração de energia, a construção civil e a saúde pública.

O Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA tem a competência de estabelecer normas e critérios para o licenciamento de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras, a ser concedido pela União, pelos Estados, pelo Distrito Federal e pelos Municípios. A atuação do CONAMA, entretanto, geralmente se restringe a diretrizes gerais e regras mais amplas para aplicação pelos órgãos licenciadores.

Nos empreendimentos com foco na criação e/ou cultivo de espécies exóticas deve-se reconhecer que o risco de escape e dispersão é inerente e, em muitos casos,

frequente. Assim, recomenda-se que empreendimentos localizados no interior ou no entorno de áreas ambientalmente sensíveis não envolvam a criação ou o cultivo de espécies exóticas invasoras

6.2.2.2.1 Agropecuária

Embora o licenciamento de atividades agropecuárias traga poucas referências a espécies exóticas invasoras, muitas invasoras no país são oriundas de introduções intencionais por este setor, como o nim (*Azadirachta indica*), gramíneas africanas (braquiárias *Urochloa* spp., capim-gordura *Melinis minutiflora*) e outras plantas forrageiras como a leucena (*Leucaena leucocephala*) e a algaroba (*Prosopis* spp.), além de espécies para fins alimentares como o caracol-gigante-africano (*Lissachatina fulica*). Destaca-se ainda o setor de plantas ornamentais com milhares de plantas introduzidas.

Como o setor tem regramentos diversos em nível federal, estadual e municipal, uma análise da interação desses regramentos com a gestão de espécies exóticas invasoras pode melhorar a governança do tema no país.

6.2.2.2.2 Aquicultura e pesca desportiva

Considerada a principal via de introdução de espécies exóticas em ambientes de águas continentais, a aquicultura tem referências ao tema na Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca (Brasil 2009b). Nessa política se estabelece que, na criação de espécies exóticas, é responsabilidade do aquicultor assegurar a contenção dos espécimes no âmbito do cativeiro, impedindo seu acesso às águas de drenagem de bacia hidrográfica brasileira, e que a autoridade competente adotará, como ato administrativo, a permissão para importação de espécies aquáticas para fins ornamentais e de aquicultura.

Entretanto, ainda, os aquicultores não estão aptos a adotar comportamento adequado e implementar infraestrutura que evitem o escape e contenham espécimes exóticos, especialmente em eventos ambientais extremos, como grandes cheias ocasionais.

Ainda no âmbito federal, uma miríade de Decretos e normas do IBAMA e do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) regulam o licenciamento e tratam do tema, com uma lista extensa comparada a outras atividades (ver Capítulo 12 da publicação técnica “Espécies Exóticas Invasoras de Águas Continentais no Brasil”, MMA 2019).

Fortemente associada ao turismo, a pesca desportiva, bem como iniciativas de peixamento de reservatórios, açudes e represas de hidrelétricas, têm sido, por décadas, uma das principais vias de introdução e dispersão de espécies exóticas no país, frequentemente ignoradas em razão de sua popularidade e relevância econômica (Saul 2017, Turbelin 2022, Casimiro et al. 2022). Aplica-se, entretanto, praticamente o mesmo arcabouço legal utilizado na aquicultura.

6.2.2.2.3 Manejo florestal

O manejo florestal é ligado a atividades extrativistas e tem interface clara com espécies exóticas invasoras. Tanto é que, em nível federal, a Lei nº 12.651 (Brasil 2012) faz referências diretas ao tema, estabelecendo que o manejo florestal sustentável da vegetação da Reserva Legal com propósito comercial depende de autorização do órgão competente e deve conduzir o manejo de espécies exóticas com a adoção de medidas que favoreçam a regeneração de espécies nativas. Esta questão é especialmente importante para Reservas Legais e Áreas de Preservação Permanente de empresas florestais, onde a regeneração ainda tende a ser passiva e não realizar o controle de espécies exóticas invasoras que atrapalham a restauração espontânea.

A mesma Lei apresenta uma lista de critérios para uso de espécies exóticas na regularização de Reservas Legais e cria a necessidade de licenças e autorizações para o comércio de plantas vivas e outros produtos oriundos da flora nativa, procedimento que pode ser utilizado como forma de controle da introdução e reintrodução de espécies nativas fora da área de distribuição natural.

Assim como no caso das demais atividades agropecuárias, um levantamento de normas e regulamentações aplicáveis ao setor com implicações na gestão de espécies exóticas pode ser útil no controle de espécies florestais como pinheiros-americanos (*Pinus* spp.), acácias (*Acacia* spp.) e outras, como uva-do-japão (*Hovenia dulcis*), jaqueira (*Artocarpus heterophyllus*), dendezeiro (*Elaeis guineensis*) e goiabeira (*Psidium guajava*).

6.2.2.2.4 Animais de estimação e aquarismo

Nesse universo, merece destaque a Lei Federal nº 5.197 (Brasil 1967), que estabelece que nenhuma espécie (de fauna) poderá ser introduzida no país sem parecer técnico oficial favorável e licença expedida na forma da Lei, refletida na Lei Federal nº 9.605/1998 de Crimes Ambientais, artigo 31, que caracteriza como crime ambiental “Introduzir espécime animal no país sem parecer técnico oficial favorável e licença expedida por autoridade competente” (Brasil 1998b), assim como em normas federais específicas regulamentando a importação de espécimes da fauna, incluindo recursos pesqueiros, editadas pelo IBAMA desde sua criação em 1989 (ver Capítulo 12 da publicação técnica “Espécies Exóticas Invasoras de Águas Continentais no Brasil”, MMA 2019).

6.2.2.3 Outras atividades e regulações específicas

O potencial de introdução e dispersão de espécies exóticas deve ser considerado em processos de licenciamento ambiental de qualquer atividade, mesmo que seu objeto seja totalmente desvinculado do uso da biodiversidade. São exemplos o trânsito de plataformas de petróleo como vetor da dispersão do coral-sol e a

dispersão do mexilhão-dourado nas bacias dos rios Paraguai, Uruguai e Paraná através de embarcações fluviais.

É importante ressaltar que a Lei nº 9.985 sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (Brasil 2000b) proíbe a introdução de espécies exóticas em Unidades de Conservação. Além das atividades licenciáveis, outras atividades que frequentemente resultam em invasão biológica estão associadas à aquisição ou escolha inadequada de espécies para cultivo, criação e como animais de estimação. No caso de plantas invasoras, a disponibilidade e o preço no mercado são fatores importantes na escolha de espécies para projetos paisagísticos e cultivo. Assim, medidas de prevenção devem ser indicadas não só para empreendedores e órgãos ambientais, mas também para produtores de mudas e sementes, profissionais do setor de paisagismo e projetos de restauração de áreas degradadas, com atenção especial para aqueles relacionados à mitigação de impacto de empreendimentos lineares (estradas, rodovias, ferrovias, dutos e linhas de transmissão de energia elétrica). Para a fauna terrestre, o mercado de animais exóticos de estimação é o mais representativo e crescente, no que diz respeito à introdução de novas espécies exóticas invasoras (Lockwood et al. 2019).

6.2.3 Inconsistências e lacunas legais no Brasil

6.2.3.1 Inconsistências

Apesar do que requer a Constituição Federal, dos acordos internacionais e da legislação base já existente e citada anteriormente, o poder público não concretizou os mandamentos de prevenção, isto é, detecção, vigilância, erradicação ou controle das espécies exóticas invasoras. Esforços de controle de espécies exóticas invasoras começam a fazer parte da rotina de manejo em algumas áreas, em acordo com a previsão legal de ações da União com esse fim (Brasil 2011). De forma geral, em se tratando de gestão de invasões biológicas, observa-se a necessidade de reduzir o distanciamento entre a norma e a realidade.

Como forma de contornar esse problema, há de lembrar a posição do Brasil dentro de um sistema jurídico, caracterizado por uma codificação mais ampla que pressupõe que as leis, quanto mais detalhadas, mais moldam o comportamento dos cidadãos. Dessa forma, uma compilação normativa que trate especificamente de espécies invasoras (um tipo de Código ou Política Nacional sobre Espécies Exóticas Invasoras), bem como previsões de ações administrativas mais detalhadas além das genéricas já previstas nos regramentos acima citados, pode ser de grande utilidade para o avanço da gestão do tema no país. De igual forma, o uso de incentivos econômicos para reduzir o uso e assegurar o manejo adequado de espécies exóticas invasoras são opções a serem exploradas.

6.2.3.2 Lacunas legais

Embora a introdução de animais (terrestres ou aquáticos, incluindo recursos pesqueiros) esteja regulamentada, o mesmo não ocorre para plantas, fungos e mi-

crorganismos, para os quais a necessidade de autorização ou licença pelo órgão ambiental para importação de organismos vivos não está claramente expressa em nenhum diploma legal, à exceção de espécies constantes nas listas da Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção (CITES).

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) tem atribuições e regramentos específicos para a importação de plantas, produtos vegetais e outros materiais capazes de abrigar ou disseminar pragas, com foco direcionado a questões fitossanitárias (Instrução Normativa nº 28, de 20 abril de 2020). O MAPA também regulamenta a produção, importação e comercialização de cepas de microrganismos utilizados como inoculantes em processos industriais diversos (Vasconcelos et al. 2016).

Entretanto, para a maior parte dos grupos biológicos a informação se restringe à introdução e reintrodução por importação. Para movimentação interna no país, ou introdução e reintrodução de espécies nativas fora das áreas de distribuição natural, a necessidade de autorização ou licença inexistente ou tem nível de cumprimento muito baixo por parte do setor produtivo e do próprio poder público.

Adicionalmente, existe um passivo de espécies introduzidas no Brasil com histórico de invasão em outros países.. A identificação dessas espécies com base no histórico de invasão biológica ou de análises de risco, e a restrição ou mesmo proibição do seu uso é uma medida preventiva importante para evitar invasões biológicas futuras.

2.3.2.1 Registro de herbicidas e produtos químicos para o controle de espécies exóticas invasoras

Embora a regulamentação de uso de agrotóxicos e pesticidas no país seja extensa, o uso específico para controle de espécies exóticas invasoras, tanto de plantas como de animais, configura uma lacuna legal porque as situações de controle não se enquadram no uso mais comumente feito desses produtos.

Os herbicidas são, de modo geral, registrados para uso agrícola ou uso florestal, sendo poucos os produtos registrados para uso não agrícola, que serviriam para o controle de espécies exóticas invasoras em áreas naturais. Além disso, a grande parte das espécies exóticas invasoras presentes no país não consta nos registros dos produtos, nem estão listadas nos rótulos, gerando dúvidas sobre a legalidade do seu uso. A definição de um procedimento ágil para inclusão de espécies nos registros é necessária para facilitar e agilizar a autorização para controle de espécies invasoras, que muitas vezes é emergencial por ser curta a oportunidade temporal para atingir a erradicação de focos iniciais de invasão biológica. Esse procedimento pode ser realizado por similaridade de alvos, quando há evidências de que, ao funcionar para uma árvore de uma espécie, tende a funcionar para ár-

vores de outras espécies de porte similar, como de fato ocorre na prática; ou a partir de referências de uso em outros países que sirvam para corroborar a eficácia, seja porque são indicadas em guias de controle de plantas invasoras ou relatadas em experiências de campo. A atualização desse procedimento, de modo a permitir a inclusão de espécies nos registros com base em referências técnicas e trabalho prático, dispensando a exigência de realizar testes de campo para cada espécie, será um ganho inestimável para viabilizar o controle de espécies exóticas invasoras, sendo crucial para iniciativas de resposta rápida na detecção de novos focos de invasão biológica que podem ser considerados emergenciais. O mesmo se aplica a produtos químicos empregados para grupos de animais invasores, como iscas de veneno para ratos ou gatos e também ictiocidas.

2.3.2.2 Microchipagem de animais de estimação

A implantação de microchips em animais de estimação que podem impactar a fauna nativa, incluindo cães e gatos domésticos, é uma alternativa de alto valor para facilitar a identificação e a responsabilização de proprietários de animais. A obrigatoriedade de uso de microchips é uma necessidade frente ao amplo registro de impactos derivados da entrada desses animais em áreas naturais, seja em função de predação de animais nativos ou do potencial de transmissão de doenças (Vilela, Lamim-Guedes 2014, Lessa et al. 2016, Lessa 2017, Pereira et al. 2019). Da mesma forma, o comércio de animais de estimação precisa ser regulamentado para incluir essa exigência em todas as espécies passíveis de aplicação, a exemplo do tigre-d'água (*Trachemys dorbigni*), para a qual um criador desenvolveu o negócio Marca Pet dada a alta taxa de soltura da espécie em parques urbanos e áreas naturais. A venda desses animais no estado de Santa Catarina está regulamentada na Portaria IMA SC 19/2020, que estabelece procedimentos para a posse, a aquisição, o comércio e o manejo dos animais.

2.3.2.3 Licenciamento para o setor de plantas ornamentais

Sendo que mais da metade das plantas exóticas invasoras presentes no Brasil foram introduzidas para fins de paisagismo (Zenni 2014), a atividade requer atenção especial. Não existem condicionantes de licenciamento específico no sentido de estabelecer restrições ao uso de espécies exóticas invasoras nessas atividades. Essa situação, combinada ao desconhecimento do público em geral sobre o problema, gera amplas oportunidades de invasão biológica. A elaboração e a divulgação de listas de espécies alternativas para produtores, comerciantes, colecionadores e aficionados de plantas ornamentais, assim como a regulamentação das atividades comerciais, são necessárias e complementares para reduzir a pressão de propágulos gerada pela atividade. A adoção de protocolos de análise de risco para a introdução de espécies ao país e a estados, a divulgação de listas de espécies exóticas invasoras usadas no paisagismo, a regulamentação de uso e comércio através de licenciamento ambiental, o fomento de pesquisas sobre a

germinação e a produção de espécies nativas com potencial ornamental em diferentes ecossistemas, a promoção de novas alternativas sustentáveis (por exemplo, em função de adaptação climática e baixo consumo de água) e a criação de incentivos para a produção dessas espécies são importantes para viabilizar a substituição gradual de espécies exóticas invasoras e prevenir a introdução de novas espécies com histórico de invasão.

6.3 Aspectos culturais, sociais e econômicos

Uma questão chave da problemática de espécies exóticas invasoras é a referência cultural comum no Brasil de que espécies que vêm de fora são melhores para os mais diversos fins, associada à desvalorização e desrespeito à cultura dos povos originários que ocuparam o território brasileiro. O público em geral, assim como setores que utilizam espécies da flora e da fauna, comumente não tem conhecimento sobre a origem das espécies, ou de técnicas de cultivo de espécies nativas empregadas por populações indígenas ou comunidades tradicionais. A preocupação de setores envolvidos em atividades produtivas ou comerciais tem mais foco em questões de adaptação das espécies e de valor econômico. No presente, observa-se uma mudança no setor de plantas ornamentais em alguns locais do país, buscando-se valorizar a biodiversidade local por constituírem espécies “novas” e pouco conhecidas do público consumidor e pela função ecológica de contribuírem para manter o equilíbrio global e a resiliência no cenário da crise climática global.

Ainda assim, sem dúvida a valorização da biodiversidade local passa pelo conhecimento das espécies existentes, das técnicas e conhecimentos dos povos tradicionais e pela sua disponibilidade no mercado, de forma legal e a preços competitivos. Existe no país uma infinidade de conhecimentos, usos e estudos sobre espécies nativas, porém a tendência de mercado focada na importação ou translocação de espécies predomina, seja para fins ornamentais ou para fins produtivos. São exemplos a série Plantas do Futuro (MMA/EMBRAPA 2013), que traz informações sobre plantas nativas de valor econômico, e o website Arquiflora (<https://arquiflora.rio/>), sobre plantas nativas que podem substituir exóticas no paisagismo, direcionado a arquitetos e paisagistas.

A produção de plantas ornamentais alternativas a plantas exóticas invasoras para distintos ambientes, por exemplo, assim como a criação de peixes autóctones por bacia hidrográfica e de árvores nativas para fins de produção de madeira e subprodutos florestais, são soluções sustentáveis que contribuem para a conservação da diversidade biológica, assim como de serviços ecossistêmicos, ao mesmo tempo que valorizam a diversidade local e abrem novas oportunidades de mercado. Políticas de apoio a sistemas de produção com espécies nativas e adaptação de sistemas de produção de comunidades tradicionais são chave para que essas mudanças possam ser consolidadas.

6.3.1 Percepção pública e formação de pessoas

O conhecimento de que cada região detém uma biodiversidade específica e única é fundamental para a compreensão da problemática relacionada à introdução de espécies. O primeiro aspecto a ser trabalhado em atividades educativas é a percepção da ocorrência diferenciada de espécies ao redor do globo e nas diferentes regiões e biomas brasileiros. Também devem ser abordados os fatores ecológicos, evolutivos e geográficos que determinam a distribuição de espécies em diferentes escalas espaciais para então construir coletivamente os conceitos concernentes à invasão biológica, como as definições de espécies nativas, exóticas e exóticas invasoras, vetores e vias de introdução e dispersão, impactos ambientais, sociais, econômicos e culturais, entre outros.

Para a formação visando o reconhecimento de espécies locais é necessário o desenvolvimento de atividades educativas que despertem o olhar para a biodiversidade, como práticas de contemplação da natureza e de observação/identificação de espécies. Estas devem fomentar a identificação de espécies nativas locais e a distinção entre espécies nativas e exóticas locais ou presentes em outros locais com potencial de invasão local. Para tanto, destaca-se a potencialidade de projetos de ciência cidadã. Referências digitais estão disponíveis na forma de catálogos de espécies de plantas (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>) e animais (<http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/>) no website do Jardim Botânico do Rio de Janeiro (Jardim Botânico do Rio de Janeiro 2023).

A ciência cidadã integra a sociedade com investigações científicas, projetos de pesquisa e iniciativas de conservação ambiental no terceiro setor, ampliando o acesso da população ao conhecimento científico. Muitos projetos têm como foco a atuação de cidadãos na coleta de dados, mapeamento e monitoramento da ocorrência de espécies (Frigerio et. al. 2021) (Quadro 2). Assim, projetos educativos com objetivo de formar cidadãos para a identificação de espécies nativas e a notificação de ocorrência de espécies exóticas invasoras podem permitir à população contribuir no monitoramento e no manejo de espécies invasoras, ampliando a possibilidade de detecção precoce e a rápida tomada de decisões para erradicação de focos de invasão. Essa abordagem requer a existência de sistemas de notificação às autoridades ambientais responsáveis e bases de dados para registro de ocorrências (ver item 5.3.1).

A distribuição de materiais digitais acessíveis por telefone celular ou computador, de impressos ilustrados e guias de identificação tem contribuído para que a população reporte a ocorrência de espécies exóticas. Esses materiais devem incluir dados de contato das instituições responsáveis e as informações a serem anotadas e repassadas para viabilizar a confirmação dos registros de ocorrência.

QUADRO 6.2 - PROJETOS “BIOINVASORES MARINHOS” E “DE OLHO NO CORAL-SOL”

O Projeto Bioinvasores, uma parceria entre UFSC, ICMBio e Instituto Ekko Brasil, realiza treinamentos para operadoras de mergulho desde 2013, visando intensificar buscas de espécies invasoras marinhas, especialmente o coral-sol. A atividade “De olho no coral-sol” do Projeto Coral-Sol/BrBio com UERJ e UNIRIO (2017-2018), envolveu operadoras de mergulho no estado do Rio de Janeiro para monitoramento colaborativo. Materiais informativos foram produzidos e cartazes fixados em embarcações, o que gerou diversos registros novos (Machado et al 2021).



6.3.2 Mecanismos de financiamento

6.3.2.1 Fundo para o Meio Ambiente Mundial - GEF

O Fundo Global para o Meio Ambiente (Global Environment Facility - GEF) é um dos maiores financiadores de projetos ambientais no mundo. O GEF foi estabelecido em 1991 como um programa piloto de USD 1 bilhão do Banco Mundial para apoiar a proteção do meio ambiente global e promover o desenvolvimento sustentável. No Brasil, o FUNBIO atua como Agência Implementadora.

6.3.2.2 Fundo de Defesa de Direitos Difusos

Criado pela Lei nº 7.347, de 24 de julho de 1985, este fundo (<https://www.gov.br/mj/pt-br/acesso-a-informacao/perguntas-frequentes/consumidor/fundo-de-defesa-de-direitos-difusos>) tem por finalidade a reparação dos danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico, paisagístico, por infração à ordem econômica e a outros interesses difusos e coletivos. A articulação junto ao Conselho Federal Gestor do Fundo de

Defesa de Direitos Difusos para a definição de um novo eixo temático específico para o manejo de espécies exóticas invasoras é uma alternativa interessante para viabilizar investimentos em ações ligadas à restauração ambiental.

6.3.2.3 Medidas de compensação ambiental

Recursos disponíveis em nível federal, estadual e municipal a partir de processos de licenciamento ambiental, são uma fonte importante para a realização de ações para o manejo e a gestão de espécies exóticas invasoras.

6.3.2.4 Fundos estaduais de meio ambiente

Diversos estados dispõem de fundos ambientais que coletam recursos de multas e outras fontes para uso em ações de restauração, educação e outros fins na área ambiental. O Programa Invasoras RS (<https://www.sema.rs.gov.br/programa-invasoras-rs>), do Rio Grande do Sul, definiu regras para projetos de manejo de espécies exóticas invasoras a fim de facilitar o acesso aos recursos do Fundo Estadual de Meio Ambiente (FEMA).

6.3.2.5 Reparação de danos ambientais

Mecanismo de financiamento de ações baseado na obrigação legal de reparação de danos ambientais, normalmente vinculado a um infrator ou empreendimento causados de degradação ambiental, sendo demandado pelo processo de licenciamento ou ação judicial.

6.3.2.6 Termos de ajustamento de conduta

O Termo de Ajustamento de Conduta – TAC é um acordo entre o Ministério Público e um infrator de algum marco legal de direito coletivo, com o objetivo de impedir a continuidade da infração ou da reparação do dano, evitando a ação judicial.

6.3.2.7 Conversão de multas ambientais – IBAMA

Os editais de conversão de multas ambientais podem ser uma fonte de financiamento para projetos de manejo de espécies exóticas invasoras desde que o conceito tradicional de restauração ambiental seja expandido para ações de controle que não necessariamente envolvem o plantio de mudas de espécies nativas. Ainda que o plantio de mudas nem sempre seja necessário, o controle de espécies exóticas invasoras é fundamental para viabilizar a restauração e a regeneração de áreas naturais. Uma falha no processo é o desestímulo à elaboração de projetos para os editais, dado que são bastante trabalhosos e que as instituições que os elaboram não ficam vinculadas à execução. Com ajustes no processo, esses editais podem favorecer a restauração de áreas degradadas no país.

6.3.2.8 Programa de recompensas

Programas de incentivo financeiro em que uma quantia predeterminada é paga a um indivíduo mediante evidência satisfatória de coleta de um organismo especificado. Podem ser de tipos diversos, como por exemplo:

- **Contrato de prestação de serviços:** pagamento direto ao prestador de serviços (privado ou população) para remover ou coletar espécimes.
- **Estímulo ao comércio:** esforço, geralmente privado, quando existe mercado para uma espécie que pode ser coletada e posta à venda, como moluscos invasores que são usados como iguarias alimentícias.
- **Coleta recreativa:** ações que potencializam ou incentivam a pesca recreativa, o abate ou a armadilhagem de espécies invasoras.
- **Redução ou isenção de impostos:** programa que premia proprietários de terras que promovem algum tipo de ação contra espécies invasoras.
- **Mecanismos de condicionalidade:** pagamento de subsídios condicionados a metas de manejo preestabelecidas.
- **Criação de selos e certificados** que indiquem a empresa/produto como agente de controle de espécies exóticas invasoras como vantagem perante outras empresas/produtos.
- **Programas de arrecadação:** campanhas direcionadas a ações específicas e/ou manutenção de programas de manejo. Pessoas e empresas “patrocinam” as ações e têm suas marcas divulgadas em meios de comunicação.

6.4 Cenário futuro

Como espécies exóticas invasoras são uma das principais causas de perda de biodiversidade, o tema precisa ser incorporado no âmbito de políticas municipais, estaduais e federais de conservação da biodiversidade e de incentivo a sistemas produtivos. Por exemplo, no âmbito municipal, deve ser integrado aos Planos Municipais da Mata Atlântica. Como a conservação da biodiversidade não pode ficar restrita a Unidades de Conservação, arranjos institucionais devem envolver setores produtivos para melhoria de desempenho em relação às metas de desenvolvimento sustentável do milênio, contribuindo para manter a resiliência de sistemas naturais e conservar espécies, cadeias ecológicas e serviços ecossistêmicos. No cenário futuro, que não pode ser distante, é preciso permear o tema a todos os níveis de gestão e de prática para mitigar impactos presentes e futuros de invasões biológicas e prevenir problemas crescentes. Algumas medidas importantes são descritas a seguir.

6.4.1 Publicação de listas de espécies exóticas invasoras

A legislação federal prevê como crime ambiental a disseminação de espécies exóticas invasoras (Lei nº 9.605/1998, artigo 61, Brasil 1998b), relacionadas na Base de Dados Nacional de Espécies Exóticas Invasoras (Instituto Hórus 2023), em publicações do MMA sobre espécies marinhas e de águas continentais, em publicações da Fiocruz, da Embrapa, do Ibama, do ICMBio e do IPJBRJ, nas listas oficiais publicadas nos estados do Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, São Paulo, Distrito Federal e Bahia, assim como para o Rio de Janeiro em formato de artigo científico (Bergallo et al. 2021). Essas listas têm diversas decorrências positivas, a iniciar pela divulgação e melhoria da percepção pública sobre o problema, até a publicação de normas complementares que regulamentam o uso de espécies listadas. A publicação de listas em todos os estados do Brasil ampliaria grandemente a percepção do problema e, por consequência, a gestão do tema em todo o país. A partir da base de dados nacional, as informações devem ser complementadas com apoio de profissionais e gestores da área ambiental em cada estado. As listas são revisadas periodicamente, principalmente para incluir novos registros de espécies observadas.

6.4.2 Regulamentação de uso de espécies utilizadas em sistemas de produção

As listas de referência publicadas enquadram as espécies listadas em categorias, em geral de espécies que não têm uso econômico ou outro interesse significativo como proibidas (a exemplo do caracol-gigante-africano, *Lissachatina fulica*), e espécies de uso restrito, que devem ficar restritas a sistemas de produção nos quais são relevantes (como *Pinus* spp. na produção florestal ou peixes na aquicultura). A publicação de conjuntos de normas para uso dessas espécies, como realizado no Rio Grande do Sul em 2014 e em Santa Catarina em 2020, provê segurança jurídica aos setores econômicos interessados no seu uso e melhora a qualidade e a perspectiva de sustentabilidade desses sistemas produtivos ao prevenir a invasão biológica e os impactos ambientais, sociais, culturais e econômicos decorrentes. Os marcos legais publicados nesses estados estão disponíveis *online* nos websites da SEMA RS e do IMA SC, assim como na coletânea de legislação no *website* do Instituto Hórus (<https://institutohorus.org.br/marcos-legais/>) e podem servir como base para publicações em outros estados.

A inclusão de condicionantes em processos de licenciamento ambiental visando melhorar a biossegurança em empreendimentos que utilizam espécies exóticas invasoras é altamente desejável e pode ser realizada sem prejuízo aos sistemas produtivos. A adoção de medidas preventivas pode melhorar a adequação de empreendimentos em termos de sustentabilidade e para fins de certificação, agregando valor aos produtos gerados. Para a implementação destas medidas, destaca-se a necessidade de ampliação e fortalecimento de entidades de extensão rural que possibilitam aos produtores o acesso ao conhecimento decorrente de

pesquisas, serviços de assistência técnica e a implementação de novas tecnologias e modos de vida.

Na maricultura, deve-se atentar à regulamentação do manejo e do destino de espécies incrustantes nas áreas de cultivo, pois normalmente a limpeza das estruturas de cultivo são realizadas em balsas e os espécimes incrustantes lançados ao mar ou a corpos fluviais, aumentando a liberação local de propágulos.

6.4.3 Estabelecimento de programas de gestão para espécies exóticas invasoras

Dada a relevância da problemática de espécies exóticas invasoras como uma das cinco principais causas de perda de diversidade biológica em nível global, o estabelecimento de programas de gestão específicos nas agências governamentais estaduais e municipais é crucial para descentralizar a gestão do tema e viabilizar ações de prevenção, detecção precoce, erradicação e controle em todo o território nacional. Exemplos sobre o estabelecimento, a estrutura e o funcionamento de programas estaduais estão disponíveis nos estados do Paraná (Instituto Água e Terra), Santa Catarina (Instituto de Meio Ambiente) e Rio Grande do Sul (Secretaria de Estado de Meio Ambiente), com outras iniciativas menos formalizadas em outros estados como Rio de Janeiro (SEAS/INEA), São Paulo (SIMA), Bahia (INEMA), Espírito Santo (IEMA), Pernambuco (CPRH) e no Distrito Federal (IBRAM).

6.4.4 Estabelecimento de programas de detecção precoce e resposta rápida

A abordagem de detecção precoce e resposta rápida merece maior atenção e implementação prática. O objetivo é maximizar as oportunidades de erradicação de focos de invasão iniciais, pequenos e ainda restritos aos locais de introdução. Para esse fim, são estabelecidas redes de colaboradores que informam as autoridades competentes sobre a ocorrência desses focos de invasão, havendo então uma ação de resposta em poucos dias para prevenir o estabelecimento da espécie e a dispersão a novas áreas. Essas redes podem envolver cidadãos com informação suficiente para identificar espécies indicadas, profissionais da área ambiental, acadêmicos e gestores de áreas naturais, com níveis diversos de potencial colaboração. A coordenação desses esforços precisa ser realizada de um ponto central, que pode ser a gerência de uma unidade de conservação, uma secretaria de meio ambiente em nível municipal ou estadual, ou o próprio governo federal em diferentes instâncias.

6.4.4.1 Aplicativos para telefones celulares

Os aplicativos para telefones celulares voltados ao registro de pontos de ocorrência de espécies exóticas invasoras são de grande utilidade não apenas para ampliar a geração de dados, mas também para envolver e informar o público e, especialmente, profissionais da área ambiental e afins. Estão em uso, atualmente,

um aplicativo do Programa Invasoras do estado do Rio Grande do Sul para registro de ocorrências de javali, chital ou cervo axis (*Axis axis*), saguis (*Callithrix* spp.) e caracol-gigante-africano. Da mesma forma, o Sistema de Informação de Manejo de Fauna (SIMAF) do IBAMA permite enviar registros de ocorrência de javali e algumas outras espécies. O Instituto Hórus utiliza um aplicativo para informação de ocorrências que contempla todas as espécies constantes da Base de Dados Nacional de Espécies Exóticas Invasoras e de espécies ainda não registradas, disponível para uso público (Google Play instituto_horus, Invasoras BR). Os dados são recebidos diretamente na Base de Dados para validação após análise. Os aplicativos permitem o envio de fotografias e de alguns dados básicos sobre a espécie e o local de ocorrência. O desafio maior está em haver preparo para ações de resposta rápida a partir de parcerias estabelecidas com prontidão para agir.

6.4.4.2 Uso de drones (VANT)

O monitoramento com uso de *drones* para fins de detecção precoce em ambientes abertos como campos e restingas é promissor especialmente para espécies arbóreas como acácias (*Acacia mangium*), pinheiros-americanos (*Pinus* spp.) e casuarina (*Casuarina equisetifolia*) (Lehmann et al. 2017, Gonçalves et al. 2022, Simberloff 2022). Adicionalmente, constelações de nanosatélites, assim como satélites gerando imagens de alta resolução, podem vir a substituir drones para uso na detecção precoce de espécies invasoras (Simberloff 2022). A utilização de equipamentos para aspersão de herbicidas via aérea, já em uso na agricultura, é altamente desejável para áreas de difícil trânsito e difícil acesso ou áreas com risco para a movimentação de pessoas. De forma análoga, o uso de helicópteros para aspersão aérea e aplicação balística de herbicidas usando *pellets* trouxe resultados positivos de controle em ilhas no Havaí e na ilha de Santa Cruz, na Califórnia, Estados Unidos (Simberloff 2022) e também na Austrália, com uso de equipamento de aspersão.

6.4.4.3 Técnicas moleculares

Técnicas de detecção de espécies aquáticas, especialmente em ambientes de águas continentais, têm sido revolucionadas pelo advento do DNA ambiental (Simberloff 2022), facilitadas também pela compilação de códigos de barra de DNA pelo consórcio da iniciativa *International Barcode of Life*. Técnicas moleculares avançadas são de grande importância para a detecção rápida e precisa de espécies exóticas e sua utilização permite a descoberta de uma ou múltiplas espécies no ambiente (Comtet et. al. 2015). Permitem a detecção de espécies em estágios iniciais de invasão, em fragmentos biológicos ou material não íntegro e em diferentes estágios do ciclo de vida (larvas, sementes, esporos). Ainda, propiciam a diferenciação de espécies crípticas e o reconhecimento rápido de espécies que são desconhecidas na região em questão.

O investimento em pesquisa na área de manipulação genética de RNA de fita dupla para o silenciamento de genes para controle de espécies animais invasoras é crescente devido a bons resultados na produção agrícola, tanto para a produção de RNA específico em plantas como defesa a insetos considerados pragas, como pela aspersão ou aplicação tópica em plantas com RNA de fita dupla específico à praga que requer controle (Simberloff 2022).

Técnicas de transgenia para criar variedades estéreis de plantas exóticas invasoras de valor comercial, como pinheiros-americanos e outras espécies sem capacidade de reprodução vegetativa, igualmente têm potencial de contribuir para a redução de invasões biológicas a partir de áreas de produção. De modo similar, a aplicação de técnicas de reversão sexual em peixes na aquicultura, como tilápias, tende a ganhar eficácia e mais ampla utilização, pois resulta em maior taxa de crescimento e maior homogeneidade de tamanhos, ao mesmo tempo reduzindo a pressão de propágulos (Beardmore et al. 2000).

6.4.5 Estabelecimento de programas de controle em áreas prioritárias

A definição de áreas prioritárias para a implementação de ações de prevenção, detecção precoce, erradicação e controle pode facilitar e guiar a expansão de programas nacionais, estaduais e municipais para espécies exóticas invasoras. Entre os critérios a serem aplicados, estão a relevância para a conservação de espécies e serviços ecossistêmicos, como unidades de conservação e outras áreas sob proteção legal, como áreas de preservação permanente e reservas legais, a ocorrência de espécies ameaçadas de extinção, raras ou endêmicas. Também são áreas prioritárias aquelas sujeitas à grande pressão ou chegada de propágulos e que, conseqüentemente, têm maiores chances de propiciar o estabelecimento de espécies exóticas e agem como fonte contínua de propágulos para áreas adjacentes, como no caso de portos fluviais e marítimos, reservatórios de usinas hidrelétricas, áreas aquícolas, produção de plantas ornamentais e outros a serem definidos no contexto local ou regional.

6.4.6 Formação de pessoas e informação pública para a gestão e o manejo de espécies exóticas invasoras

A fim de aprimorar a gestão de espécies exóticas invasoras no país, a formação de pessoas para este fim é uma prioridade em todos os níveis de governo, assim como em áreas técnicas e científicas. A melhoria da percepção do problema pela sociedade civil também é altamente relevante, pois a possibilidade de melhor discernimento para a escolha e uso de espécies ornamentais, como plantas e peixes de aquário, assim como de animais de estimação, tem impacto direto na conservação ou na degradação de áreas naturais.

6.4.7 Adoção de protocolos de avaliação de risco para a introdução de espécies

Protocolos de avaliação de risco para invasão biológica são questionários elaborados para verificar o potencial de invasão de espécies em áreas geográficas específicas, seja de um país ou região. Fundamentam-se no histórico de invasão por espécies em outros locais do mundo, em características ecológicas e biológicas da espécie, no potencial de impacto à biodiversidade, às pessoas, à saúde humana e à economia, e consideram como agravante do risco a dificuldade de controle. Atualmente em processo de adoção pelo IBAMA para avaliação de solicitações de introdução de espécies, esses protocolos podem ser utilizados também em nível estadual ou menor para fundamentar ações preventivas, por exemplo para evitar a introdução de espécies sabidamente impactantes como o panga (*Pangasianodon hypophthalmus*), peixe nativo da Ásia introduzido no Brasil inicialmente para fins de aquarofilia que vem sendo distribuído para produção alimentar na aquicultura nos últimos anos, com alto risco de invasão em ambientes naturais (Instituto Hórus 2023).

6.4.8 Elaboração de marcos legais para facilitar e viabilizar ações de erradicação e controle

Embora a legislação brasileira trate do tema de espécies exóticas invasoras em diversos marcos legais, conforme exposto neste capítulo, é comum que pessoas responsáveis por autorizar ações de controle não o façam por falta de conhecimento da legislação existente ou por falta de segurança jurídica. Isto se refere mais especificamente à falta de clareza sobre a possibilidade de uso de herbicidas e outros produtos químicos para o controle de espécies exóticas invasoras, especialmente em unidades de conservação e outras áreas sob proteção legal, conforme exposto no item 3.3 deste capítulo.

6.4.9 Fomento a atividades produtivas com espécies nativas ou exóticas não invasoras

É preciso estabelecer políticas públicas de apoio ao desenvolvimento de atividades produtivas que substituam o uso tradicional de espécies exóticas invasoras. O Brasil está entre os países com maior diversidade de espécies de peixes existentes no mundo” (Fishbase, 2022), porém a aquicultura se fundamenta no uso de espécies exóticas invasoras altamente agressivas, incluindo a transposição de espécies entre bacias hidrográficas no país. Os danos ambientais e à biodiversidade do escape dessas espécies para cursos d’água naturais são praticamente irreversíveis após a invasão, pois a erradicação é raramente factível. A criação de espécies nativas depende de investimentos em pesquisa para definir pacotes tecnológicos efetivos, a exemplo dos estudos para o cultivo de jundiá (*Rhamdia quelen*) na região sul (Amaral-Júnior, Garcia 2013). Menos complexa é a substituição de plantas ornamentais por espécies nativas ou não invasoras, que depende de regulamentação para o setor e de pesquisa para definir técnicas de germinação e produção. Outros setores igualmente podem ser beneficiados, como o grupo de plantas forrageiras e espécies para produção florestal.

6.4.10 Reparação ambiental, passivo ambiental de empreendimentos

A consolidação do princípio constitucional de reparação ambiental aplicado à introdução e à dispersão de espécies exóticas invasoras deve ser fortalecida, com reestruturação de arranjos institucionais entre alguns setores e a elaboração de normas e procedimentos norteadores.

A dificuldade na percepção dos danos causados por essas espécies, que se evidenciam de forma gradual em médio e longo prazo, em comparação a eventos agudos como vazamento de petróleo, incêndios criminosos ou desmatamento, sugerem aos órgãos responsáveis pela gestão ambiental uma falsa possibilidade de postergar a tomada de decisão, comprometendo sobremaneira a eficiência e efetividade da erradicação e do controle.

Diante deste cenário, torna-se relevante também estabelecer princípios e decisões de possível associação de espécies exóticas invasoras a passivos ambientais de empreendimentos que atuam como vias ou vetores de introdução.

6.4.11 Geração de conhecimento

O estabelecimento de políticas de apoio à geração de conhecimento para suprir lacunas de informação para a gestão e o manejo de espécies exóticas invasoras é de alta relevância para que problemas atualmente existentes possam ter solução no futuro. Por exemplo, rios e cursos d'água menores estão invadidos por peixes exóticos utilizados na aquicultura, sem perspectiva de controle. A pesquisa sobre tecnologias de reversão sexual de peixes pode trazer soluções para esses problemas, e especialmente prevenir problemas futuros em áreas não invadidas. De forma similar, o desenvolvimento de alternativas de controle biológico para espécies exóticas invasoras de ampla dispersão, como o lírio-do-brejo (*Hedychium coronarium*), a algaroba (*Prosopis* spp.) e a leucena, entre diversas outras, pode ser a única solução para reverter áreas invadidas por essas espécies a condições ecologicamente satisfatórias.

6.4.11.1 Práticas em unidades de conservação federais - ICMBio

Em UCs federais, as pesquisas tendem a ser relacionadas principalmente a técnicas de manejo, locais de ocorrência de espécies exóticas invasoras e impactos à biodiversidade. Em função da publicação do Guia de Orientação para o Manejo de Espécies Exóticas Invasoras em Unidades de Conservação Federais pelo ICMBio, tem sido recomendado às UC identificar vias e vetores de introdução e dispersão, com o intuito de aplicar as abordagens da prevenção e da detecção precoce.

Em algumas UC federais, planos específicos complementares ao plano de manejo têm sido elaborados para espécies exóticas invasoras, com a indicação de ações e pesquisas prioritárias indicadas a partir de diagnóstico local (Quadro 3).

QUADRO 6.3 - PLANOS DE AÇÃO NACIONAL PARA ESPÉCIES AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO

Diversos Planos de Ação Nacional para Espécies Ameaçadas de Extinção (PAN) contêm ações para espécies exóticas invasoras. Muitas são relacionadas à geração ou ao aprimoramento de informações sobre espécies. Em 2021, foram identificadas 50 ações relacionadas a espécies exóticas em 25 PAN, sendo que 28 delas foram consideradas amplas, no sentido de não se restringir à espécie exótica alvo da ação. Por exemplo, a identificação de espécies exóticas invasoras que afetam os táxons listados no PAN Aves da Mata Atlântica para elaboração de uma lista que subsidie ações de controle. Por outro lado, há ações mais específicas, como a identificação de áreas importantes para controlar populações invasoras de primatas – especialmente de saguis (*Callithrix* spp.) e do mico-leão-de-cara-dourada (*Leontopithecus chrysomelas*), incluindo híbridos decorrentes de introduções (PAN Primatas da Mata Atlântica e da Preguiça-de-Coleira).



Saguis híbridos (*Callithrix jacchus* x *C. penicillata*) no território do mico-leão-dourado (*Leontopithecus rosalia*) em Silva Jardim, Rio de Janeiro: Crédito: Acervo Associação Mico-Leão-Dourado.

6.4.12 Engajamento da sociedade civil

Melhorar a percepção da sociedade civil sobre a problemática de espécies exóticas invasoras é relevante porque a grande parte das pessoas pode ajudar a evitar novos problemas de invasão biológica. As pessoas tomam decisões continuamente sobre plantas ornamentais, árvores para sombra ou produção de frutos, manutenção de animais de estimação, animais domésticos e espécies utilizadas na produção, como peixes em tanques escavados para pesca informal ou geração de renda. Espaços que promovem atividades educativas relacionadas à biodiversidade como aquários, museus e zoológicos são propícios para sensibilizar sobre a temática de espécies exóticas invasoras.

No município de Florianópolis, Santa Catarina, o Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental iniciou no ano de 2010 um programa de voluntariado em parceria com a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) para controle de invasão por pinheiros (*Pinus* spp.) e outras espécies na restinga. Ao longo dos anos, a comunidade foi engajada e o grupo cresceu, incluindo estudantes universitários, funcionários de órgãos de gestão ambiental e residentes (Dechoum et al. 2019).

Iniciativas socioambientais fundamentadas na ciência podem comunicar e esclarecer questões ambientais, aglutinar setores para fins comuns, mobilizar a sociedade para trocar experiências e oferecer subsídios para políticas públicas. A conexão entre gestores e técnicos com cientistas é fundamental. O conhecimento científico fica muitas vezes restrito a publicações científicas e/ou no idioma inglês, e distante do restante da sociedade, mas quando traduzido por meio de expressão artística e educativa pode levar ao entendimento e engajamento da sociedade na conservação da biodiversidade.

A imprensa é uma aliada estratégica para divulgar mensagens de conservação através de matérias e entrevistas em mídias diversas, despertando a sociedade para a problemática da invasão biológica e os impactos decorrentes.

6.5 Considerações finais

Não são escassas as possibilidades de fazer avançar a gestão e o manejo de espécies exóticas invasoras no Brasil. Existe uma legislação de base consistente, assim como conhecimento técnico-científico sobre espécies existentes, locais de ocorrência e impactos potenciais, assim como danos observados à biodiversidade em alguns casos. Há oportunidade para a formação de pessoas e para atuação prática em todos os níveis, desde a coordenação pelo Governo Federal, até iniciativas locais de conservação da biodiversidade. Espera-se que os conteúdos aqui apresentados sirvam como inspiração para mudanças de atitude e para aplicação prática em todos os níveis, subsidiando a governança do tema no país e contribuindo com a construção da sociedade com discernimento para fazer melhores escolhas para o futuro ambientalmente equilibrado, socialmente justo e economicamente viável.

REFERÊNCIAS

- AMARAL-JÚNIOR, H., GARCIA, S. [Org.]. 2013. O Jundiá *Rhamdia quelen* - Relatos de avanços no cultivo do peixe de água doce nativo mais promissor da região sul do Brasil. – 1ª ed. - Camboriú SC. EPAGRI/CNPQ/MPA/FAPESC. 60 p.
- ARQUIFLORA. 2023. Disponível em <https://arquiflora.rio/>. Acesso em 17/04/2023.
- BERGALLO, H.G., ROCHA, C.F.D., VAN SLUYS, M., ALVES, M.A.S. 2000. O status atual da fauna do Estado do Rio de Janeiro: Considerações finais. In: BERGALLO, H.G., ROCHA, C.F.D., ALVES, M.A.S., VAN SLUYS, M. A fauna ameaçada de extinção do estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: EDUERJ. p.145-150.
- BEARDMORE, J.A., MAIR, G.C., LEWIS R.I. 2001. Monosex male production in finfish as exemplified by tilapia: applications, problems, and prospects. *Aquaculture* 197: 283-301.

BRAGA, I., VALLE, D. 2007. *Aedes aegypti*: histórico do controle no Brasil. Epidemiol. Serv. Saúde. 16. 10.5123/S1679-49742007000200006.

BRASIL. 1967. Lei nº 5.197 de 3 de janeiro de 1967. Dispõe sobre a proteção à fauna e dá outras providências. Brasília, DF.

BRASIL. 1981. Lei nº 6.938, de 31 de março de 1981 - Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília, DF.

BRASIL. 1985. Lei nº 7.347, de 24 de julho de 1985. Disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio-ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico VETADO e dá outras providências. Brasília, DF.

BRASIL. 1988. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF

BRASIL. 1995. Decreto nº 1.530 de 22 de junho de 1995 - Declara a entrada em vigor da Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar, concluída em Montego Bay, Jamaica, em 10 de dezembro de 1982. Brasília, DF.

BRASIL. 1998b. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Brasília, DF.

BRASIL. 1998a. Decreto nº 2.519, de 16 de março de 1998, Promulga a Convenção sobre Diversidade Biológica, assinada no Rio de Janeiro, em 05 de junho de 1992.

BRASIL. 2000a. Decreto nº 3.607, de 21 de setembro de 2000. Dispõe sobre a implementação da Convenção sobre Comércio Internacional das Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção - CITES, e dá outras providências. Brasília, DF.

BRASIL. 2000b. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Brasília, DF.

BRASIL. 2003. Ministério do Meio Ambiente, Portaria nº 494 de 22 de dezembro de 2003. Institui a Força-Tarefa Nacional-FTN para o controle do *Limnoperna fortunei* (mexilhão dourado). Brasília, DF.

BRASIL. 2009a. Conselho Nacional de Biodiversidade, Resolução nº 05, de 21 de outubro de 2009. Dispõe sobre a Estratégia Nacional para Espécies Exóticas Invasoras. Brasília, DF.

BRASIL. 2009b. Lei nº 11.959, de 29 de junho de 2009. Dispõe sobre a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca, regula as atividades pesqueiras, revoga a Lei nº 7.679, de 23 de novembro de 1988, e dispositivos do Decreto-Lei nº 221, de 28 de fevereiro de 1967, e dá outras providências. Brasília, DF.

BRASIL. 2010. Decreto Legislativo nº 148, de 12 de março de 2010. Aprova o texto da Convenção Internacional para Controle e Gerenciamento da Água de Lastro e Sedimentos de Navios, Brasília, DF.

BRASIL. 2011. Lei Complementar nº 140, de 08 de dezembro de 2011. Fixa normas, nos termos dos incisos iii, vi e vii do caput e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal, para a cooperação entre a União, os estados, o distrito federal e os municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora; e altera a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Brasília, DF.

BRASIL. 2012. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Brasília, DF.

BRASIL. 2016. Lei nº 13.249, de 13 de janeiro de 2016. Institui o Plano Plurianual da União para o período de 2016 a 2019. Brasília, DF.

BRASIL. 2018a. Conselho Nacional de Biodiversidade, Resolução nº 07, de 29 de maio de 2018. Dispõe sobre a Estratégia Nacional para Espécies Exóticas Invasoras.

BRASIL. 2018b. Secretaria de Biodiversidade do Ministério do Meio Ambiente, Portaria nº 3, de 16 de agosto de 2018. Institui o Plano de Implementação da Estratégia Nacional para Espécies Exóticas Invasoras. DOU nº 159 Seção 1, 17 de agosto de 2018. P. 75.

BRASIL. 2018c. Portaria nº 445, de 27 de novembro de 2018. Dispõe sobre a Estratégia de Conservação e Uso Sustentável das Zonas Úmidas no Brasil. Brasília, DF.

BRASIL. 2022. Portaria DPD/DGN/MB nº59, de 19 de agosto de 2022. Aprovar a 1ª modificação das Normas da Autoridade Marítima sobre Poluição Hídrica causada por Embarcações, Plataformas e suas Instalações de Apoio - NORMAM-20/DPC (3ª Revisão). Brasília, DF.

CANOTILHO, J.J.G. 1998. José Joaquim Gomes [Coord]. Introdução ao direito do ambiente. Universidade Aberta: Lisboa.

CASARES, F.A., CREED, J.C., OIGMAN—PSZCZOL, S.S. 2021. Plataforma Brasileira de Bioinvasão - Bioinvasão Brasil, Instituto Brasileiro de Biodiversidade, Rio de Janeiro - RJ. www.bioinvasaobrasil.org.br Acesso em 25/10/2021.

CASIMIRO, A.C.R., MARQUES, A.C.V., CLARO-GARCIA, A., GARCIA, D.A.Z., ALMEIDA, F.S., ORSI M.L. 2022. Hatchery fish stocking: case study, current Brazilian state, and suggestions for improvement. *Aquaculture International*. <https://doi.org/10.1007/s10499-022-00898-4>.

CITES - Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção. 2004. Conf. 13.10 (Rev. CoP 14). Sobre o comércio de espécies exóticas invasoras.

CMS - Convenção sobre Espécies Migratórias. 2014. Resolution 11.28.

CONVENÇÃO DE RAMSAR. 2002. Resolution VII.18. Diretrizes para integração de conservação de áreas húmidas e uso inteligente na gestão de bacias hidrográficas.

COMTET, T., SANDIONIGI, A., VIARD, F. et al. 2015. DNA (meta)barcoding of biological invasions: a powerful tool to elucidate invasion processes and help managing aliens. *Biological Invasions* 17. p. 905-922. <https://doi.org/10.1007/s10530-015-0854-y>.

DECHOUM, M.S.; GIEHL, E.L.H.; SÜHS, R.B.; SILVEIRA, T.C.L.; ZILLER, S.R. 2019. Citizen engagement in the management of non-native invasive pines: Does it make a difference? *Biological Invasions* 21(1). p. 175-188.

INSTITUTO HÓRUS. 2023. Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental – Website e Base de Dados Nacional de Espécies Exóticas Invasoras. www.institutohorus.org.br (acessado em 08/10/2022).

ICMBio - Instituto Chico Mendes para a Conservação da Biodiversidade. 2018. Guia de orientação para o manejo de espécies exóticas invasoras em Unidades de Conservação Federais. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cbc/images/stories/Publica%C3%A7%C3%B5es/EEI/Guia_de_Manejo_de_EEI_em_UC_v3.pdf

JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. 2023. Catálogo de flora. <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>; Catálogo de fauna: <http://fauna.jbrj.gov.br/>

LATINI, A.O.; RESENDE, D.C.; POMBO, V.B.; CORADIN, L. (Org.). 2016. Espécies exóticas invasoras de águas continentais no Brasil. Brasília: MMA. 791p. (Série Biodiversidade, 39).

LEHMANN J.R.K., PRINZ T., ZILLER S.R., THIELE J., HERINGER G., MEIRA-NETO J.A.A., BUTTSCHARDT T.K. 2017. Open-source processing and analysis of aerial imagery acquired with a low-cost unmanned aerial system to support invasive plant management. *Front. Environ. Sci.* 5:44. DOI 10.3389/fenvs.2017.00044.

LESSA, I.C.M.; GUIMARÃES, T.C.S.; BERGALLO, H.G.; CUNHA, A.; VIEIRA, A.M. 2016. Domestic dogs in protected areas: a threat to Brazilian mammals? *Natureza & Conservação* 14(2): 46-56. <https://doi.org/10.1016/j.ncon.2016.05.001>.

LESSA, I.C.M. 2017. O impacto de cães domésticos em uma unidade de conservação no Cerrado. Tese de Doutorado. Brasília: Universidade de Brasília. 144p.

LOPES, RM; CORADIN, L.; POMBO, V.B., CUNHA, D.R. 2009. Informe sobre as Espécies Exóticas Invasoras Marinhas no Brasil. Ministério do Meio Ambiente MMA/SBF: Brasília. 440p.

MACHADO, A. A., BERTONCINI, A. A., SANTOS, L.N., CREED, J. C., MASI, B. P. 2021. Participatory monitoring of marine biological invaders: a novel program to include citizen scientists. *Journal of Coastal Conservation* 25. p. 1-8. DOI <https://doi.org/10.1007/s11852-021-00814-7>.

MATTHEWS, S., BRAND K. (eds.). 2005. South America Invaded: The growing danger of Invasive Alien Species. Cape Town, Global Invasive Species Programme – GISP. 80p. [edição brasileira em 2005: América do Sul Invasida: O perigo crescente das Espécies Exóticas Invasoras. Cidade do Cabo, Global Invasive Species Programme – GISP. 80p.

ONU - Organização das Nações Unidas. 2018. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. <https://nacoesunidas.org/pos2015/> (acessado em 01/03/2018).

GONÇALVES, V.P., RIBEIRO, E.A.W., IMAI, N.N. 2022. Mapping Areas Invaded by Pinus sp. from Geographic Object-Based Image Analysis (GEOBIA) Applied on RPAS (Drone) Color Images. *Remote Sens.* 14,2805. <https://doi.org/10.3390/rs14122805>.

PEREIRA, A. D., ANTONIAZZI, M. H., VIDOTTO-MAGNONI, A. P., ORSI, M. L. 2019. Mamíferos silvestres predados por cães domésticos em fragmentos de Mata Atlântica no sul do Brasil. *Biotemas* 32(2). DOI: <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2019v32n2p107>.

SAUL W.C., ROY H.E., BOOY O., CARNEVALI L., CHEN H.J., GENOVESI P., ..., JESCHKE J.M. 2017. Assessing patterns in introduction pathways of alien species by linking major invasion data bases. *Journal of Applied Ecology*, 54(2). p. 657-669. DOI: 10.1111/1365-2664.12819.

SIMBERLOFF D. 2022. A future planet of weeds? In: Clements D.R. et al. (Eds.) *Global Plant Invasions*. https://doi.org/10.1007/978-3-030-89684-3_17.

TURBELIN A.J., DIAGNE C., HUDGINS E.J. et al. 2022. Introduction pathways of economically costly invasive alien species. *Biological Invasions*. <https://doi.org/10.1007/s10530-022-02796-5>.

VASCONCELOS, ROSA MIRIAM DE (Ed. técnica). 2016. Marcos regulatórios aplicáveis às atividades de pesquisa e desenvolvimento. Embrapa. Brasília, DF.

VILELA, A.L.O.; LAMIM-GUEDES, V. 2014. Cães domésticos em unidades de conservação: impactos e controle. *Holos Environment* 14(2). p. 198.

ZENNI R. D., DECHOUM M. S., ZILLER S. R. 2016. Dez anos do informe brasileiro sobre espécies exóticas invasoras: avanços, lacunas e direções futuras. *Biotemas* 29(1). DOI: <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2016v29n1p133>.

ZILLER S.R., REASER J.K., NEVILLE L.E., BRANDT K. (eds). 2005. Espécies exóticas invasoras na América do Sul: relatórios nacionais e diretório de recursos. Programa Global de Espécies Invasoras, Cidade do Cabo, África do Sul. 80p.

ZILLER S.R., ZENNI R.D., DECHOUM M.S. 2007. Espécies exóticas invasoras na arborização urbana: problemas e soluções. In: *Anais do XI Congresso Brasileiro de Arborização Urbana*, Vitória - ES.