

Primeira lista de referência de espécies exóticas invasoras no estado do Rio de Janeiro – Brasil: implicações para pesquisas, políticas e manejo.

First reference list of invasive alien species in the state of Rio de Janeiro - Brazil: implications for research, policy and management

¹
Helena Godoy Bergallo, ²Telmo Borges Silveira Filho & ³Sílvia Renate Ziller

1) Departamento de Ecologia, Instituto de Biologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rua São Francisco Xavier 524, 20550-900, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

2) Superintendência de Mudanças do Clima, Secretaria de Estado do Ambiente e Sustentabilidade, Av. Venâncio Zuzela 110 – Soandara, Saúde, Rio de Janeiro - RJ 20081-312.

3) Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental, Servidão Cobra Coral, 111 – Campeche, Florianópolis – SC 88.063-513

E-mail: nena.bergallo@gmail.com

Recebido em 01 de dezembro de 2020 - Aceito em 21 de abril de 2021

Resumo: A lista de espécies exóticas invasoras-EEI do estado do Rio de Janeiro foi elaborada em 2009 por pesquisadores da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Apresentado ao órgão ambiental estadual, passou por diversas revisões sem publicação oficial. A lista inicial foi elaborada com espécies invasoras de conhecimento dos especialistas e presentes em base de dados. Foram listadas 169 EEI, sendo 89 animais, 75 plantas e 4 algas, uma do Reino Protista. Todas exceto quatro espécies constavam na Base de Dados de EEI do Brasil. Listou-se a origem das espécies, pois algumas são nativas de uma região ou bacia hidrográfica no país, porém invasoras em outra parte do território nacional. A presente lista vem reparar a lacuna de referência técnica sobre quais espécies exóticas são consideradas invasoras no estado, que prejudica a gestão ambiental, o manejo aplicado e a qualificação de setores produtivos que utilizam espécies exóticas e exóticas invasoras.

Palavras-chave: Mata Atlântica, invasão biológica, vertebrados, invertebrados, plantas, algas marinhas.

Resumen: La lista de especies exóticas invasoras-EEI del estado de Rio de Janeiro fue elaborada en 2009 por investigadores de la Universidad del Estado de Rio de Janeiro. Presentado a la agencia ambiental, pasó por revisiones sin publicación oficial. La lista inicial se elaboró con especies invasoras indicadas por expertos y presentes en bases de datos de EEI. Fueron listadas 169 especies: 89 animales, 75 plantas y 4 algas, una del Reino Protista. Todas excepto cuatro especies estaban en la Base de Datos de EEI de Brasil. Se incluyó el origen de las especies, pues algunas son nativas de una región o cuenca hidrográfica del país, pero invasoras en otra parte del territorio. Esta lista corrige el vacío de referencia técnica sobre qué especies exóticas son consideradas invasoras en el estado, perjudicando la gestión y el manejo ambiental, y la calificación de sectores productivos que utilizan especies exóticas e invasoras.

Palabras claves: Mata Atlántica, invasión biológica, vertebrados, invertebrados, plantas, algas marinas.

Abstract: The construction of the invasive alien species-IAS list for the state of Rio de Janeiro, Brazil, started in 2009 by researchers of the Rio de Janeiro State University. A preliminary list was then presented to the State Secretary of Environment and underwent several reviews but has not been officially published. The initial list included invasive species, indicated by experts, and listed in invasive species databases. Of the 169 IAS listed, 89 are animals, 75 plants, and 4 algae and one in Kingdom Protista. All except four species were in the Brazil IAS Database. The species native ranges were also listed, as some are indigenous in an ecosystem or watershed in Brazil, and invasive in another part of the territory. The present list closes the gap of technical reference on which species are considered invasive, which has hindered environmental management and the improvement of productive sectors which use non-native species.

Keywords: Atlantic Forest, biological invasion, vertebrates, invertebrates, plants, marine algae.

Introdução

A atenção a espécies exóticas invasoras é bastante recente no Brasil, a despeito do grande número de invasoras já estabelecidas em território nacional (Base de Dados de Espécies Exóticas Invasoras do Brasil 2020; Sampaio & Schmidt 2013; Ziller & Dechoum 2013). Um marco divisor para o tema no Brasil foram os levantamentos de espécies exóticas invasoras conduzidos pelo Ministério do Meio Ambiente em 2004-2005, quando foram listadas 166 espécies para ambientes terrestres, 66 para ambientes marinhos, 49 para águas continentais, 155 para sistemas produtivos e 97 que afetam a saúde humana (Ministério do Meio Ambiente 2006). A partir de então, aumentou a frequência de publicações de normas legais e pesquisas científicas no tema (Zenni et al. 2016). A Base de Dados de Espécies Exóticas Invasoras do Brasil, gerenciada pelo Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental, atualmente contempla 471 espécies. Ainda assim, perdura a necessidade de uma lista de referência para a gestão efetiva sobre tais espécies em diferentes âmbitos geográficos que considere os distintos ecossistemas e a biodiversidade do território nacional.

O alinhamento nacional sobre uma lista de espécies exóticas invasoras é dificultado pelas dimensões geográficas e megabiodiversidade do Brasil (Ministério do Meio Ambiente 2018; Ziller & Pinto 2016). Algumas espécies nativas ameaçadas de extinção em sua área de distribuição natural, por vezes, são também exóticas invasoras em outros ecossistemas do território nacional, por exemplo, o mico-leão-da-cara-dourada (*Leontopithecus chrysomelas*), nativo do sul da Bahia e extremo nordeste de Minas Gerais e invasor no estado do Rio de Janeiro, e o lagartinho-branco-da-praia (*Liolaemus lutzae*), nativo do estado do Rio de Janeiro e invasor no Espírito Santo (Rocha & Bergallo 2012; Rego 2017). Outras espécies nativas que são invasoras fora de sua área de distribuição natural são o sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*), nativo da Caatinga e invasor na região sudeste, o garapuvu (*Schizolobium parahybum*), nativo da Floresta Ombrófila Densa e invasor na Floresta Estacional,

assim como muitos peixes translocados entre bacias hidrográficas, como tucunarés (*Cichla* spp.), pirarucu (*Arapaima gigas*) e pacu (*Colossoma macropomum*), ou com acesso a novas bacias em função da construção de represas. A perereca-das-bromélias (*Phyllodytes luteolus*), por sua vez, é nativa da Bahia, Espírito Santo e norte do estado do Rio de Janeiro e tornou-se invasora na parte sul do estado, sendo o Bahia, Espírito Santo e norte do estado do Rio de Janeiro e tornou-se invasora na parte sul do estado, sendo o comércio de bromélias a via de introdução (Salles & Silva-Soares 2010). Diversas espécies de primatas (especialmente, *Callithrix* spp.) se tornaram invasoras fora de suas áreas de distribuição natural devido ao tráfico de animais e ameaçam espécies nativas (Base de Dados de Espécies Exóticas Invasoras do Brasil 2020). Um dos casos mais críticos é do sagui-da-serra-escuro, *Callithrix aurita*, uma espécie ameaçada de extinção globalmente (Melo et al. 2020), atualmente com populações pequenas e fragmentadas e que hibridiza com *C. penicillata* (Detogne et al. 2017).

Ainda que haja legislação federal em vigor reconhecendo o problema de invasões biológicas, como a Lei Federal 9.605/1998, a Lei Federal 9.985/2000 (SNUC) e a IN IBAMA no 141/2006, não há uma fonte de informação oficial que defina quais espécies exóticas são invasoras em nível nacional. Essa informação é crucial (GISP 2007) para fundamentar ações estratégicas de prevenção, detecção precoce, erradicação e controle, e requer atualização contínua. Apesar da carência de uma lista oficial, em 2018 foram instituídos dois marcos importantes, a Estratégia Nacional para Espécies Exóticas Invasoras (Resolução CONABIO no 7/2018) e o respectivo Plano de Implementação (Portaria MMA no 3/2018). Adicionalmente, foram publicados planos de ação nacionais para três espécies exóticas invasoras de ampla dispersão no país: o javali (*Sus scrofa*) (Portaria MMA/MAPA no 232/2017), o coral-sol (*Tubastrea* spp.) (Portaria IBAMA no 10/2018) e o mexilhão-dourado (*Limnoperma fortunei*) (Portaria MMA 3636/2018), cujo controle efetivo requer esforços e recursos que não estão disponíveis no orçamento da União, ao menos no momento atual.

Por outro lado, algumas unidades da federação (estados e municípios) têm elaborado e atualizado listas próprias e instituído programas de gestão para espécies exóticas invasoras, a exemplo do Paraná (Portaria IAP no 059/2015), Santa Catarina (Resolução CONSEMA no 08/2012), Rio Grande do Sul (Portaria SEMA no 079/2013), Distrito Federal (IN Brasília Ambiental no 408/2018) e município do Rio de Janeiro (Decreto nº 33.814, 18/05/2011). Adicionalmente, governos estaduais desenvolveram regulamentação legal para o uso de espécies de interesse produtivo, a exemplo das Instruções Normativas publicadas pela SEMA RS já em 2014 e pelo IMA SC em 2020. Esses marcos legais não têm por objetivo proibir o uso de espécies de uso consagrado, mas sim ordenar processos produtivos e requerer que medidas de prevenção e controle sejam incluídas nas respectivas práticas de manejo, conforme também preconizado em processos de certificação florestal (FSC 2014).

Deve-se destacar que a preocupação sobre espécies exóticas invasoras não se refere apenas à conservação da biodiversidade, pois geram impactos que afetam diretamente a economia e a saúde humana. Em estudo recente estimou-se que os custos globais de impactos econômicos derivados de insetos invasores estão, ainda que subestimados, na ordem de US \$ 70 bilhões por ano, enquanto os custos de saúde associados excedem US \$ 6,9 bilhões por ano (Bradshaw, et al. 2016). Os efeitos combinados de fatores como mudanças climáticas, alterações no uso da terra e do mar, superexploração de recursos, poluição e espécies exóticas invasoras podem exacerbar impactos negativos na natureza, como visto em diferentes ecossistemas no mundo, incluindo recifes de coral, sistemas árticos e savanas (IPBES 2019).

Listas de espécies exóticas invasoras são instrumentos importantes para a gestão e o manejo de áreas naturais, a restauração de áreas degradadas, o ordenamento de atividades produtivas com potencial de impactos ambientais e a definição de medidas de adaptação a mudanças climáticas. Pelo menos 106 espécies ameaçadas de extinção que ocorrem no Brasil e que constam na

lista global da IUCN, sofrem ameaças devido a espécies exóticas invasoras (<https://www.iucnredlist.org/>). Nos Estados Unidos, praticamente a metade das espécies ameaçadas têm como uma das causas de ameaça a presença de espécies exóticas invasoras (Dueñas et al. 2018). As listas de espécies exóticas invasoras devem ser reconhecidas com o mesmo peso e utilizadas em sinergia com as listas de espécies ameaçadas de extinção para a conservação da biodiversidade.

O estado do Rio de Janeiro carece de uma lista de espécies exóticas invasoras a despeito do impacto que tais espécies vem, reconhecidamente, causando à biodiversidade (e.g. Capel et al. 2017; Raíces et al. 2017; Silva et al. 2014), saúde pública (e.g. Oliveira et al. 2015) e economia (e.g. Oliveira et al. 2013). A lista constitui um instrumento crucial para que medidas de prevenção, detecção precoce e resposta rápida, controle e/ou erradicação em ambientes naturais sejam implementadas. Ademais, destaca-se a necessidade de se identificar os vetores e as vias de introdução e dispersão de espécies exóticas invasoras para que esses trânsitos possam ser gerenciados e interrompidos. Neste contexto, o objetivo deste trabalho é apresentar a Lista de Espécies Exóticas Invasoras do estado do Rio de Janeiro e seu respectivo processo de elaboração e validação, realizado entre os anos de 2009 e 2020.

Material e Métodos

Área de estudo – O estado do Rio de Janeiro

O estado do Rio de Janeiro, situado na região sudeste do Brasil, está inserido em sua totalidade no bioma Mata Atlântica e inclui uma faixa litorânea com cerca de 246 km de extensão. O estado é constituído por 92 municípios distribuídos em 4.291.968 hectares, correspondendo a 0,5% do território nacional, e abrigando uma população de aproximadamente 17 milhões de habitantes (IBGE 2020; IPEA 2020).

O estado do Rio de Janeiro compreende uma das regiões mais ricas em biodiversidade da Mata Atlântica, atualmente com 32% de cobertura florestal em alguns

fragmentos e maciços contínuos, em diversos estágios sucessionais (SFB 2018). As fitofisionomias florestais (Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Estacional Semidecidual) cobrem a maior parte do território (91%), seguido pelas Formações Pioneiras (8,7%) e Savânicas (0,3%) (Costa et al. 2009). A diversidade de habitats inclui desde restingas e manguezais nas planícies costeiras e fluviais, florestas de baixadas e maciços serranos até campos de altitude, com altitude máxima de 2.790 metros no Pico das Agulhas Negras. Somam-se neste território outros ambientes naturais dulcícolas, lagunares e marinhos.

Elaboração da Lista Estadual de Espécies Exóticas Invasoras

No estado do Rio de Janeiro a discussão sobre a formulação de uma lista oficial de espécies exóticas invasoras teve início em 2009 (Figura 1), organizada por um grupo de especialistas e coordenada pela Dra. Helena de Godoy Bergallo da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Essa lista continha espécies de plantas, incluindo epífitas, organismos marinhos, peixes, anfíbios, répteis, aves, mamíferos, zoonoses, formigas e moluscos, e teve como ponto de partida o conhecimento ad-hoc dos especialistas, e revisões em bases de dados de espécies exóticas invasoras, especialmente a Base de Dados Nacional (<http://bd.institutohorus.org.br>). A lista foi apresentada no mesmo ano à Secretaria de Estado do Ambiente (SEA, atualmente SEAS), o órgão ambiental estadual. Foi constituído então naquele ano um Grupo de Trabalho Interinstitucional, através da Resolução SEA no 124 de 08 de setembro de 2009, formado para revisar e ampliar as informações sobre espécies exóticas invasoras no território estadual. Uma nova lista consolidada pelo referido grupo de trabalho foi colocada em consulta pública no ano de 2011 pela página do Governo Estadual, a fim de receber novas contribuições e ampliar o debate sobre o tema no território fluminense.

No ano de 2013, a partir de um projeto aprovado na Câmara de Compensação Ambiental, a SEA deu início a um programa de trabalho com o Instituto Hórus de

Desenvolvimento e Conservação Ambiental, ONG especializada no tema de espécies exóticas invasoras. Inicialmente, a lista foi revisada a partir da Base de Dados de Espécies Exóticas Invasoras do Brasil (<http://bd.institutohorus.org.br>), desenvolvida e mantida pelo Instituto, a fim de complementar a lista e verificar o atendimento aos critérios de inclusão de espécies na listagem. Foi elaborada uma relação de potenciais colaboradores e revisores da lista inicial, aos quais foram solicitadas contribuições por meio eletrônico. A partir das contribuições e da necessidade de estruturar ações estratégicas sobre gestão de espécies exóticas invasoras, foram realizados seminários para consolidação da lista estadual no ano de 2013, contando com a participação de 46 técnicos, gestores de unidades de conservação e pesquisadores de instituições de ensino superior e pesquisa e de ONGs (Figura 1). Os critérios para inclusão de espécies na lista final foram (a) a espécie é exótica ao ecossistema ou ambiente onde é considerada invasora; (b) a espécie tem histórico de invasão significativo em outros locais e/ou (c) o processo de invasão está consolidado no estado ou no mesmo ecossistema em estados vizinhos.



Figura 1: Linha do tempo do processo de construção, avaliação e atualização da lista de espécies exóticas invasoras do Estado do Rio de Janeiro.

A lista foi dividida nos seguintes grandes grupos: a) plantas (algas e plantas terrestres); b) vertebrados (anfíbios, répteis, aves, mamíferos e peixes); e c) invertebrados (terrestres, marinhos e dulcícolas). Para cada espécie foi proposta uma classificação quanto à prioridade de manejo, com indicação à parte para espécies domesticadas ou cultivadas. Além da lista de espécies exóticas invasoras registradas no território estadual, com ênfase para Unidades de Conservação, foi elaborada uma lista de espécies com potencial de invasão que já ocorriam em estados vizinhos e de espécies que requereriam verificação sobre a capacidade de invasão, uma vez que já havia registro de estabelecimento no território estadual.

Após a consolidação em 2014, foram conduzidas reuniões com setores chave do órgão estadual da agricultura e pesca para a aprovação da lista, que ocorreu em 28 de julho de 2014 junto ao Conselho Diretor do Instituto Estadual do Ambiente, (ATA 204ª Reunião Ordinárias CONDIR). Contudo, a lista ainda precisava ser submetida à aprovação junto ao Conselho Estadual de Meio Ambiente (CONEMA). Com as mudanças político-institucionais, a lista perdurou em discussões, sem aprovação final por esse Colegiado Superior, tanto por não ser considerada prioridade, quanto por não ser simpática por alguns setores produtivos, estando paralisada desde então.

Em 2018 a lista foi objeto de nova atualização a partir da Base de Dados de Espécies Exóticas Invasoras do Brasil. À época, as informações consolidadas foram agrupadas, constituindo três listas principais: a) espécies exóticas invasoras de ocorrência conhecida no estado do Rio de Janeiro; b) espécies exóticas que apresentam risco iminente de invasão no território do estado do Rio de Janeiro; e c) espécies exóticas com informações insuficientes quanto ao potencial de invasão em ambientes naturais no território estadual.

Diversas espécies adicionais de peixes de águas continentais foram identificadas como ocorrendo em bacias hidrográficas no estado, porém sem evidências suficientes, no momento, para inclusão na lista. Essas espécies foram introduzidas para aquicultura,

aquariofilia ou pesca desportiva, as três principais vias de introdução do grupo. Essas e diversas outras espécies já apontadas deverão ser objeto de análise por especialistas no futuro e, à medida que houver evidências de estabelecimento, deverão ser agregadas à lista. As espécies foram agrupadas como proposto anteriormente, pela classificação de vertebrados (terrestres e aquáticos), invertebrados (terrestres, de águas continentais e marinhos), algas e plantas terrestres, além de espécies domésticas (conforme Portaria IBAMA n. 93/1998). Todas as espécies foram classificadas por Reino, Classe, Ordem, Família, nome científico e nome popular.

Como informação complementar, foram inseridos os ambientes naturais com ocorrências e invasões registradas no território estadual. Para os ambientes terrestres foram indicadas as fitofisionomias, os ambientes aquáticos foram subdivididos em ambientes marinhos, de água doce ou salobra e, quando possível, a unidade hidrográfica da ocorrência registrada.

Por fim, para a publicação deste artigo, foi realizada nova verificação para atualização de espécies exóticas invasoras no estado do Rio de Janeiro a partir da Base de Dados do Instituto Hórus e atualização dos dados taxonômicos com base no The Plant List (www.theplantlist.org), no sistema de gerenciamento de coleções científicas desenvolvido pelo Jardim Botânico do Rio de Janeiro - JBRJ (<http://jabot.jbrj.gov.br/v3/consulta.php>), e nos websites de referência World Register of Marine Species (www.marinespecies.org), ITIS (www.itis.gov), fishbase (www.fishbase.org) e algae base (<http://www.algaebase.org>).

Resultados

De acordo com os resultados, na Floresta Atlântica e nos ecossistemas associados no Estado do Rio de Janeiro, há registros de 169 espécies exóticas invasoras (Anexo 1) com potencial de impacto à diversidade nativa em todo o território em diferentes níveis de invasão, em ecossistemas costeiros e de águas continentais, marinhos e terrestres (Figura 2). Das 169 espécies, 89 são animais (58 vertebrados e 31 invertebrados), 75 plantas terrestres e 4 algas, uma do Reino Protista (Figura 3). Apresenta-se ainda as áreas

de distribuição natural das espécies (Anexo 2).

Considerando a classificação em grupos, as plantas terrestres representam a maioria das espécies exóticas invasoras no território estadual (44%), seguidas por vertebrados aquáticos (19%), com 31 peixes de água doce, como por exemplo, a tilápia (*Coptodon rendalli*) e o bagre-africano (*Clarias gariepinus*), e 2 peixes de ambientes marinhos (Figura 3). O terceiro

maior grupo é o dos vertebrados terrestres (15%), compreendendo: 2 anfíbios, 3 répteis, 4 aves e 16 mamíferos (Figura 4), destacando-se espécies domésticas como o javali e o javaporco (*Sus scrofa*), o cachorro (*Canis familiaris*), o gato (*Felis catus*) e os ratos e camundongo.

Entre os invertebrados, foram listadas 20 espécies marinhas, 6 espécies de água doce e 5 espécies de ambientes terrestres (Figura 4).

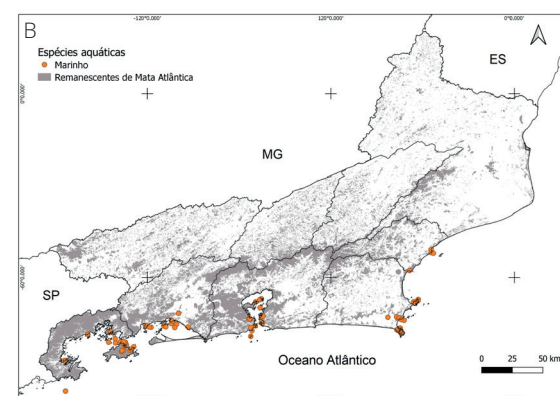
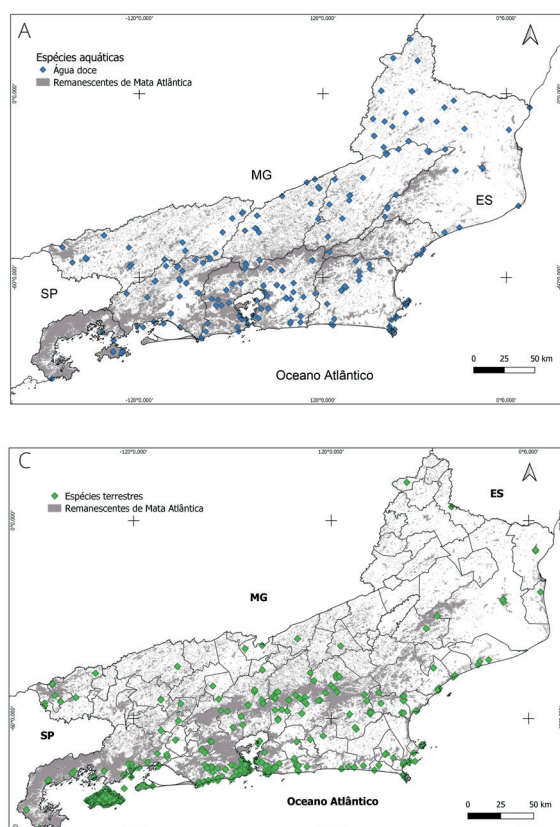


Figura 2: Registros de ocorrência de EEI no estado do Rio de Janeiro. A) Pontos de coordenadas de campo de EEI em ambiente de água doce. B) Pontos de coordenadas de campo de EEI em ambiente marinho. C) Pontos de coordenadas de campo ou referenciados em sedes municipais de EEI em ambiente terrestre (Base de Dados de Espécies Exóticas Invasoras do Brasil, Instituto Hórus). As linhas nos mapas correspondem aos limites de regiões hidrográficas (água doce e marinho) e limites dos municípios (terrestre).

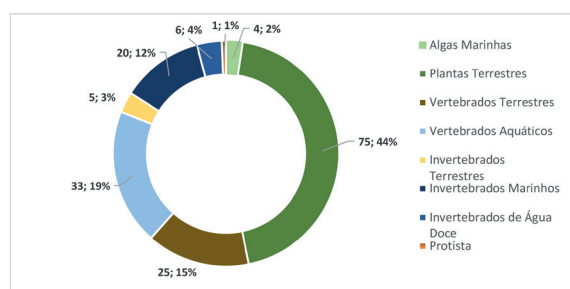


Figura 3: Número de espécies exóticas invasoras no território do estado do Rio de Janeiro classificadas por grupos.

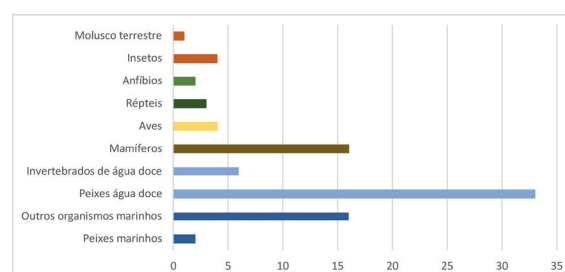


Figura 4: Número de vertebrados e invertebrados exóticos invasores no estado do Rio de Janeiro.

Ao analisar a origem das espécies exóticas invasoras presentes em ambientes naturais no estado do Rio de Janeiro, observa-se um maior número de espécies da Ásia, seguido pelo continente africano (Figura 5a), tanto para plantas quanto animais terrestres (Figura 5b, c),

mas não para animais de água doce, que em sua grande maioria são originários da própria América do Sul (Figura 5d). Dentre as espécies oriundas da América do Sul, prevalecem espécies que são também nativas no território brasileiro, sempre originárias de ecossistemas ou regiões distintas de onde ocorre a invasão.

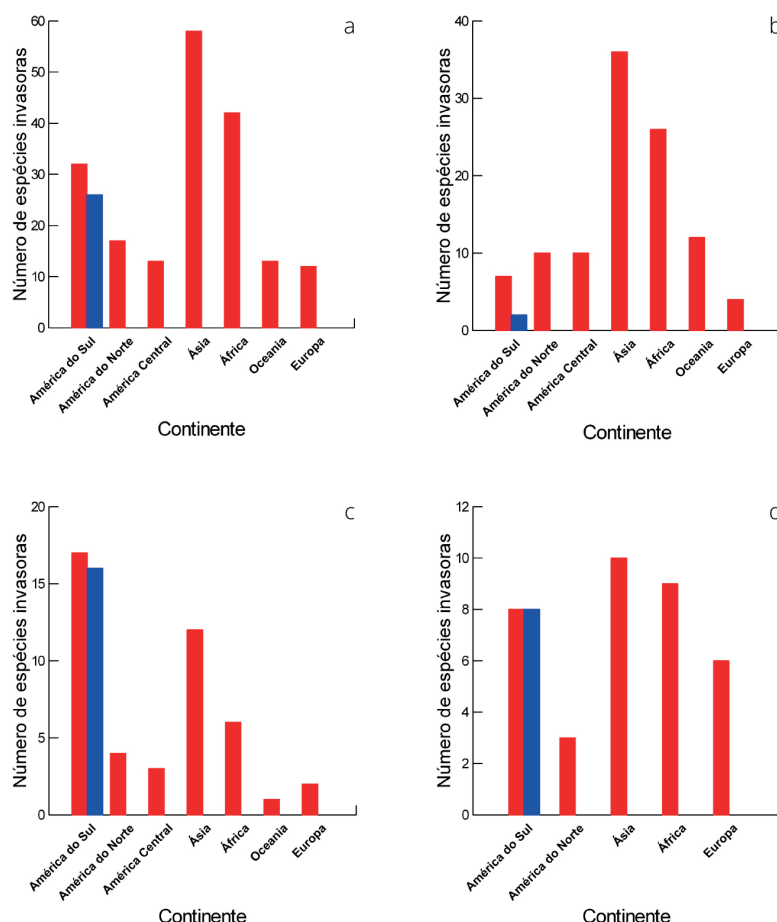


Figura 5: Origem das espécies exóticas invasoras registradas no estado do Rio de Janeiro considerando (a) todas as espécies, (b) plantas terrestres, (c) animais terrestres e (d) animais de água doce, por continente; a barra azul indica origem no Brasil.

A análise de ambientes terrestres no território estadual mostra maior ocorrência de espécies exóticas invasoras na Floresta Ombrófila Densa (FOD), seguida das Formações Pioneiras com Influência Marinha (FP-IF) (restingas) (Figura 6). As

plantas foram as espécies invasoras mais numerosas nas fitofisionomias terrestres, exceto na Floresta Estacional Semidecidual (FES). As Formações Pioneiras com Influência Fluvial (FP-IF) e Flúvio Marinha (FP-IFM) apresentam menores taxas de invasão (Figura 6).

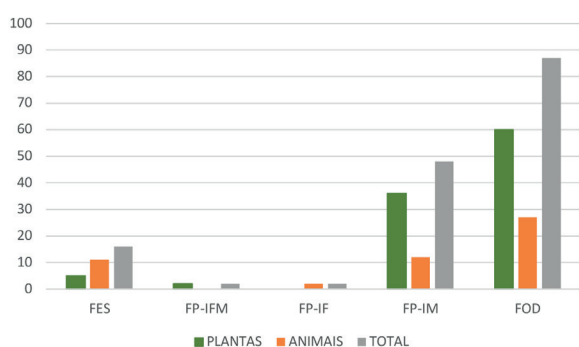


Figura 6: Fitofisionomias terrestres com presença de invasão biológica das espécies exóticas registradas no território do estado do Rio de Janeiro. Onde: FES – Floresta Estacional Semidecidual; FP-IFM – Formações Pioneiras de Influência Flúvio-Marinha (manguezais); FP-IF – Formações Pioneiras de Influência Fluvial (brejos); FP-IM – Formações Pioneiras de Influência Marinha (restingas); FOD – Floresta Ombrófila Densa.

Discussão

O estado do Rio de Janeiro abriga em seu território pelo menos 169 espécies exóticas invasoras terrestres, aquáticas e marinhas. Esse valor corresponde a 36% do total de espécies exóticas invasoras reconhecidas para o Brasil (468 espécies) pela base de dados do Instituto Hórus (2020). Entretanto, quatro espécies invasoras no estado ainda não constavam na base de dados e foram acrescentadas: a acácia, *Acacia angustissima*, a alga, *Laurencia caduciramulosa*, e os peixes, *Nannostomus beckfordii* e *Parotocinclus maculicauda*. A maior concentração dos registros encontra-se na cidade do Rio de Janeiro, no litoral de Búzios a Cabo Frio e na Baía da Ilha Grande. Entre os organismos terrestres, o maior número de espécies invasoras foi observado na Floresta Ombrófila Densa e nas Formações Pioneiras com Influência Marinha (restingas). Apesar da Floresta Estacional Semidecidual ter ocupado originalmente a maior parte do território estadual (48%), restam apenas 10% dessa formação com alguma cobertura de vegetação e, destes, 0,3% em alguma Unidade de Conservação (Costa et al., 2009), o que explica os poucos registros de espécies exóticas invasoras na FES. Por outro lado, as unidades de conservação nas Floresta Ombrófila Densa e nas Formações Pioneiras com Influência Marinha (restingas) contam com maior número de pesquisas e levantamentos (Viveiros-de-Castro & Cronenberg 2007; Esteves & Lacerda 2000), o que leva a um maior registro de espécies exóticas invasoras.

Fatores históricos e expansão urbana são importantes aspectos para a introdução e invasão de espécies, e dois fatos históricos devem ser destacados como influentes para um grande número de espécies exóticas invasoras na cidade do Rio de Janeiro. A retirada da floresta para o plantio de café e de cana-de-açúcar e para a extração de madeira, gerou uma crise de abastecimento de água na cidade que levou Dom Pedro II a emitir em 1861 um documento com instruções para o plantio de mudas do que hoje compõe a Floresta da Tijuca (Dean 1996; Drummond 1988). Há estimativas que 100 mil mudas foram plantadas no comando do Marechal Archer (Drummond

1997). No mesmo período, em 1858, Auguste François Marie Glaziou, um engenheiro e botânico francês, chegou ao Brasil e foi Diretor dos Parques e Jardins da Casa Imperial, sendo responsável pela criação de vários parques e jardins e pelo plantio de árvores nas ruas da cidade (FCRB 2020; Santos et al. 2010). Tanto no reflorestamento quanto na arborização da cidade, várias espécies de plantas exóticas foram utilizadas, com reflexos até os dias atuais. Santos et al. (2010) registraram 60 espécies plantadas nas calçadas das ruas da cidade, sendo que dessas 40 são exóticas e 14 estão registradas na presente lista das espécies exóticas invasoras.

O uso de plantas exóticas com fins ornamentais e de arborização no paisagismo é uma porta de entrada para a invasão de ambientes naturais. Das 75 espécies de plantas da lista, 49 são ornamentais e 17 são árvores para sombra, que também têm caráter ornamental ou são usadas em praças, parques urbanos e arborização urbana. Dois gêneros, *Pinus* e *Eucalyptus*, são utilizados para fins de produção florestal, mas também para sombra e como ornamentais em certas regiões. Constantemente também na lista sete gramíneas forrageiras, porém as braquiárias estão em nível de gênero (*Urochloa* spp.), portanto representando mais espécies.

A introdução de plantas terrestres é, na grande maioria das vezes, realizada voluntariamente. Grande parte das espécies de plantas invasoras tem sua origem no continente asiático e africano, com processos de introdução desde o período colonial. A entrada da jaqueira no Brasil, por exemplo, data de 1683, quando 11 jaqueiras foram introduzidas no estado da Bahia e, posteriormente, a população foi encorajada a plantar espécies exóticas de valor econômico através de decretos reais que estabeleceram subsídios e isenções fiscais (Dean 1996; Ferrão 1993). Soma-se a isso similaridade de condições de clima e relevo da Mata Atlântica com o habitat natural da jaqueira nas florestas úmidas do sudeste asiático, que facilitou a invasão, aliado ao consumo da fruta por humanos e animais, aumentando a pressão de propágulos e as oportunidades de invasão (Bergallo et al. 2016; Elevitch & Manner 2006).

A maior parte dos animais que

invadiram o estado do Rio de Janeiro vindos de outros continentes é de espécies introduzidas voluntariamente para fins de domesticação e alimentação (e.g. cão - *Canis familiaris*, javalis - *Sus scrofa*, rã-touro - *Lithobates catesbeianus*, caracol-gigante-africano *Achatina fulica*) e peixes utilizados na aquicultura e para pesca desportiva, como carpas (*Cyprinus carpio*, *Ctenopharingodon idella*), tilápias (*Coptodon rendalli*, *Oreochromis niloticus*) e trutas (*Oncorhynchus mykiss*), e na aquariofilia (*Xiphophorus* spp., *Trichopodus trichopterus*, *Parotocinclus maculicauda* e *Nannostomus beckfordi*, entre outros). Cães (*Canis familiaris*), gatos (*Felis catus*) e javalis (*Sus scrofa*), apesar de serem espécies domésticas, são comumente registradas em unidades de conservação e ambientes naturais com fortes impactos à biodiversidade (Lessa et al. 2016; Ziller & Dechoum 2013; Sampaio & Schmidt 2013; Torres & Prado 2010).

Chama a atenção tanto para os animais terrestres quanto os de água doce, que aqueles invasores com origem na América do Sul são todos ou quase todos do próprio Brasil. Para a maioria das espécies terrestres, isso é fruto do tráfico ilegal de animais. Esse é o exemplo clássico do mico-estrela (*Callithrix jacchus*), espécie de primata do Nordeste do Brasil, que era capturado e vendido nas estradas e trazidos para o Sudeste. Porém, em função de não serem domesticáveis e poderem ser agressivos, acabaram soltos fora de sua área natural de ocorrência (Rocha et al. 2011).

Introduções involuntárias são predominantes nos grupos de invertebrados, mas também ocorreram no caso de alguns vertebrados. Em ambientes terrestres, o mosquito-da-dengue (*Aedes aegypti*), o rato (*Rattus rattus*, *Rattus norvegicus*), o camundongo (*Mus musculus*) e a lagartixa (*Hemidactylus mabouia*) são exemplos de introduções voluntárias e encontram-se amplamente distribuídos. O mosquito-da-dengue (*Aedes aegypti*) é comum em ambientes urbanos, periurbanos e bordas de florestas inseridas na região metropolitana (Braks, et al. 2004), com significativos impactos à saúde pública por ser vetor de diversas doenças humanas e animais importantes (Estrada-Peña et al. 2014; Akbari et al. 2013). Segundo

Zara (2016), os custos da utilização de serviços de saúde no Brasil em função da dengue em 2013-2014 variaram de US\$ 1,53 bilhão a US\$ 1,69 bilhão. Somados os casos de subnotificação, os custos variaram de US\$ 6,86 bilhões a US\$ 7,78 bilhões, que são ainda mais elevados se forem consideradas outras doenças associadas a *Aedes aegypti*, a perda momentânea ou permanente de mão de obra ativa e perdas associadas à biodiversidade, principalmente em relação a primatas não humanos (Gontijo 2019).

Os organismos marinhos por sua vez, oriundos de diversos mares e oceanos, foram introduzidos em grande parte de forma involuntária através da água de lastro, aderidos a cascos de embarcações ou a plataformas, incrustados em bóias de navegação ou flutuantes, transportados através de canais, detritos marinhos flutuantes ou equipamentos de recreação, ou por escape de aquários públicos (e.g. Miranda et al. 2020; Mantelatto et al. 2018). As introduções voluntárias no ambiente marinho, por sua vez, estão relacionadas à pesca e à maricultura (Lopes 2009). Não por acaso, a maior prevalência das espécies invasoras marinhas no estado do Rio de Janeiro concentra-se onde há portos, estaleiros ou locais de pesca. Os corais-sol, *Tubastraea coccinea* e *T. tagusensis*, por exemplo, foram registradas inicialmente na década de 1980 na Baía de Campos no Estado do Rio de Janeiro, em plataformas de óleo e gás (Castro & Pires 2001). Na década seguinte, ambas as espécies foram registradas nos costões rochosos da Baía de Ilha Grande (de Paula & Creed 2004) onde há estaleiros e ancoradouros que recebem plataformas de petróleo para fundeio (Da Silva et al. 2014). Sabe-se que as espécies de coral-sol não selecionam substratos específicos para se fixarem e que alteram a estrutura e a função da comunidade (Creed & de Paula 2007). Para muitas outras espécies de vertebrados marinhos, faltam dados sobre impactos negativos diretos no mundo e no Brasil (MMA 2009).

Além das espécies listadas já reconhecidas como invasoras, foram identificadas algumas espécies exóticas que não têm registro em ambientes naturais, porém estão presentes no país, em estados vizinhos, ou em cativeiro

no próprio estado. Essas espécies foram identificadas como sendo de risco iminente de invasão, pois caso cheguem a ambientes naturais têm alta probabilidade de invadir, dado seu histórico em outras regiões e/ou países. Os exemplos mais contundentes são o peixe-leão (*Pterois volitans*), nativo dos Oceanos Índico e Pacífico e comercializado para aquarofilia, o panga (*Pangasianodon hypophthalmus*), peixe cultivado na aquicultura e aquarofilia, nativo do Camboja, Laos, Tailândia e Vietnã, e a lebre-europeia (*Lepus europaeus*), que já tem ampla ocorrência nos estados vizinhos de São Paulo e Minas Gerais (Base de Dados de Espécies Exóticas Invasoras do Brasil 2020). Entre as plantas, o nim (*Azadirachta indica*), nativo da Índia, Myanmar e Sri Lanka, requer atenção em função do agressivo histórico de invasão em diversos países do mundo (Radji et al. 2010). No Brasil, tem uso comum em sistemas agroflorestais, é promovido por órgãos públicos e empresas privadas, está amplamente disseminado e invadindo áreas naturais na região da Caatinga, no nordeste (Base de Dados de Espécies Exóticas Invasoras do Brasil 2020).

Com tantos exemplos de problemas já estabelecidos, a publicação de um marco legal que reconheça uma lista de espécies exóticas invasoras é uma preocupação significativa e uma ação necessária para a gestão efetiva da conservação de biodiversidade. De acordo com um estudo recente de Bellard e colaboradores (2016) sobre 215 espécies de cinco táxons (plantas, anfíbios, répteis, aves e mamíferos) registrados como extintos (EX) na Lista Vermelha da IUCN e outras 32 espécies classificadas como extintas na natureza (EW), espécies exóticas invasoras estão identificadas como causa de extinção para 58% de todas as espécies EX e 31% para as espécies EW. A análise mostrou que espécies exóticas invasoras foram registradas como causa de extinção para 27% das plantas e 62% dos vertebrados (Bellard et al. 2016). De acordo com o livro vermelho da flora endêmica do estado do Rio de Janeiro, 10% da flora endêmica ameaçada, ou seja, 90 espécies, de alguma forma sofrem pressão de espécies exóticas invasoras (Martinelli et al. 2018).

Somam-se a isso os efeitos de mudanças

climáticas que favorecem invasões biológicas em função dos distúrbios causados a ambientes naturais. Por consequência, agravam a suscetibilidade de áreas naturais a espécies exóticas invasoras e aumentam a necessidade de intervenção humana para ajudar os ecossistemas naturais a adaptar-se a essas mudanças sem que haja distúrbios excessivos e grande perda de biodiversidade (Sutherland 2000).

Segundo o Zoneamento Econômico Ecológico do estado do Rio de Janeiro (SEA 2016), a principal estratégia para a conservação da Mata Atlântica no estado do Rio de Janeiro tem sido o estabelecimento de unidades de conservação. O estado do Rio de Janeiro abriga atualmente 465 unidades de conservação, das quais 106 são estaduais, 85 federais e 274 municipais. Estas unidades de conservação resguardam apenas 48% do total de vegetação natural remanescente no estado do Rio de Janeiro, sendo que 54% deste total encontra-se dentro dos limites das Unidades de Conservação de Proteção Integral e os 46% restantes encontra-se nas Unidades de Conservação de Uso Sustentável.

As invasões biológicas são as maiores responsáveis pela perda de biodiversidade em unidades de conservação federais e estaduais no país (Ziller & Dechoum 2013; Sampaio & Schmidt 2013), pois a degradação ambiental causada pela invasão por espécies exóticas desencadeia alterações ambientais e o deslocamento ou a eliminação de espécies nativas, por vezes levando a processos de extinção (Pivello et al. 1999). Esses dados demonstram claramente a necessidade de gestão das ameaças representadas por espécies exóticas invasoras e a demanda urgente de consolidar uma estratégia de conservação da Mata Atlântica com medidas de prevenção à chegada, detecção precoce e ação imediata de erradicação ou controle de novos focos de invasão, a erradicação ou o controle continuado de espécies, conforme cada situação. Enquanto a pior alternativa de manejo é não fazer nada, a existência de fontes de informação sobre que espécies manejar é um gargalo importante, assim como a definição de prioridades de manejo para espécies ou populações (Ziller et al. 2020).

A lista proposta tem por objetivo fundamentar ações de gestão e manejo de espécies exóticas invasoras. A regulamentação de uso de espécies exóticas invasoras que atualmente têm uso produtivo é importante para orientar as práticas de manejo de cada espécie, incluindo as respectivas medidas de prevenção e controle necessárias à contenção da espécie, assim como para limitar o seu uso a fins específicos, evitando usos secundários que possam facilitar processos de invasão. As árvores do gênero *Pinus* (*Pinus elliottii* e *P. taeda* no Brasil) foram amplamente disseminadas para fins ornamentais, de arborização de rodovias e como cortinas de quebra-vento (Ziller 2000), o que gerou uma invasão sem precedentes especialmente nas regiões sul e sudeste do Brasil. Ao mesmo tempo, na África do Sul verificou-se que o gênero *Pinus* é o segundo maior consumidor de água dentre as espécies invasoras do país, perdendo apenas para o gênero *Acacia*, nativo da Austrália (Versveld et al. 1998). Se as árvores forem limitadas aos plantios florestais, não só os impactos ambientais serão menores, mas evitar-se-á a distribuição dos custos de controle ao setor público e à sociedade.

Entre as plantas, o setor de ornamentais é a via mais importante de introdução de espécies (Dehnen-Schmutz & Touza 2008). Dada a diversidade de espécies disponível para o setor, a filtragem de espécies para evitar a introdução de novas plantas invasoras é um passo importante, porém de difícil consolidação em função de tratar-se de um setor que dispensa licenciamento ambiental por ser, aparentemente, de baixo impacto. A Convenção Internacional para a Proteção de Plantas (IPPC) procura prevenir a introdução e a dispersão de pragas no comércio internacional. Portanto, pode ser utilizada para a definição de medidas de prevenção à introdução de plantas exóticas invasoras (Dehnen-Schmutz & Touza 2008). No estado de Santa Catarina, a Lei Estadual 14.675/2009 atribui ao órgão estadual de meio ambiente a obrigação de anuência para introdução de espécies exóticas no estado.

Situação similar à das plantas ornamentais é a da aquarofilia como via de introdução de peixes ornamentais, um dos

setores comerciais que mais cresce no mundo e cujo impacto é potencializado pelo comércio eletrônico através da internet (Peres et al. 2018), outra área com baixo patamar de regulamentação legal e de difícil fiscalização. O ordenamento de setores de risco que são vias de introdução de espécies exóticas invasoras e a construção de um sistema de prevenção a novas introduções de espécies e de detecção precoce para novos focos de invasão são medidas fundamentais para reduzir a pressão sobre espécies nativas. Um sistema de autorização fundamentado em protocolos de análise de risco para invasão biológica pode reduzir em 90% ou mais a chegada de espécies com potencial de causar impactos ambientais, ao menos para espécies de vertebrados e de plantas. Esses protocolos foram adaptados para o Brasil em 2008 pelo Instituto Hórus e testados com cerca de 300 espécies (ver <https://institutohorus.org.br/analise-de-risco-para-especies-exoticas/>).

Conclusões e implicações para políticas, pesquisa e manejo

Identificar, compreender e divulgar as consequências de invasões biológicas são partes importantes da construção de uma política pública, visto que tais impactos negativos atingem direta ou indiretamente toda a sociedade. Além deste contexto, que reforça a importância de se consolidar uma lista de espécies exóticas invasoras, compreender e preparar as condições para a gestão de espécies exóticas invasoras em determinado território é crucial para a conservação da biodiversidade. De acordo com um estudo recente de especialistas em invasões biológicas, concluiu-se que até 2050 um aumento moderado (20%-30%) em processos de invasão biológica, em comparação às condições atuais, deve causar impactos importantes à biodiversidade na maioria dos contextos socioecológicos (Essl et al. 2020). Os três principais fatores determinantes de invasões biológicas - transporte, mudanças climáticas e mudanças socioeconômicas - irão ampliar significativamente os impactos futuros de espécies exóticas invasoras sobre a biodiversidade, mesmo no melhor

cenário. Outros fatores, como a demografia humana e a migração em regiões tropicais e subtropicais, também serão de grande importância em contextos globais específicos, por exemplo, para grupos taxonômicos ou biomas específicos (Essl et al. 2020).

A Decisão VI-23 da Convenção Internacional sobre Diversidade Biológica (CDB) apresenta a base conceitual para a gestão de espécies exóticas invasoras. O compromisso dos países signatários da CDB está refletido na Meta 9 de Aichi e ressalta o foco na prevenção e na gestão de vias e vetores de introdução de espécies, incluindo estratégias de detecção precoce e resposta rápida: “Até 2020, espécies exóticas invasoras e seus vetores terão sido identificadas e priorizadas, espécies prioritárias terão sido controladas ou erradicadas, e medidas de controle de vetores terão sido tomadas para impedir sua introdução e estabelecimento”. A mesma preocupação é expressa nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável para 2030, Meta 15.8, “Até 2020, implementar medidas para evitar a introdução e reduzir significativamente o impacto de espécies exóticas invasoras em ecossistemas terrestres e aquáticos, e controlar ou erradicar as espécies prioritárias”.

Vê-se que a agenda brasileira para cumprir esses compromissos está significativamente atrasada. Tratar de invasões biológicas sem identificar as espécies exóticas invasoras gera confusão e dúvidas que podem afetar atividades informais, como o uso de plantas ornamentais, o cuidado com animais de estimação, e produtivas, como a produção florestal, a aquicultura, agricultura e pecuária. O uso de espécies exóticas invasoras tem consequências para o meio onde são utilizadas, requer o uso de técnicas que incluam medidas de prevenção e controle e considerem os respectivos custos como parte do processo de manejo. Da forma como são utilizadas no presente, os custos pelos impactos gerados são distribuídos à sociedade, sem serem computados nas atividades produtivas, o que contraria o princípio do poluidor - pagador (Shine 2008).

A publicação de listas de referência de espécies exóticas invasoras oferece à sociedade a oportunidade de fazer escolhas informadas

em questões simples como adquirir um animal de estimação ou plantas para o jardim, que afetam o público em geral. Ao mesmo tempo, oferecem referência para evitar o uso de espécies problema em ações de restauração ambiental, estabilização de taludes, revegetação após obras de grande impacto e recuperação de áreas degradadas, assim como para qualificar atividades produtivas que utilizam espécies exóticas. Ou seja, proveem informação para quem busca desenvolver atividades profissionais ou mesmo de lazer com visão de sustentabilidade ambiental e conservação da biodiversidade.

O uso de espécies nativas no paisagismo, por exemplo, não só implica que são mais seguras e não causam dano ambiental, como que estão adaptadas a condições locais e não requerem regas frequentes, uma questão relevante no atual cenário de escassez de água em muitos lugares. Ademais, são recursos para a fauna nativa e podem formar corredores naturais que permitam a movimentação da fauna. A inclusão de medidas preventivas à fuga de espécimes e de controle contínuo de espécies produtivas que escapam de áreas de cultivo são medidas básicas e coerentes com políticas e acordos internacionais assinados pelo Brasil.

Portanto, listas de espécies exóticas invasoras são instrumentos fundamentais de gestão ambiental. São importantes para apoiar a definição de prioridades para manejo em áreas naturais, estabelecer lista de prioridades para prevenção e detecção precoce e para informar o público sobre espécies cujo uso deve ser evitado ou que devem ser substituídas, como em casos de paisagismo e arborização urbana. Devem ser referência para produtores de plantas, arquitetos, paisagistas, engenheiros de estradas, engenheiros agrônomos, engenheiros florestais, engenheiros de pesca e aquicultura, produtores rurais, comerciantes de peixes ornamentais e de animais de estimação e pela sociedade como um todo para qualificar iniciativas de produção e favorecer o uso de espécies nativas em atividades diversas. O passivo de invasões biológicas existente requer um guia para a gestão e o manejo. Esta lista estadual de espécies exóticas invasoras do estado do Rio de Janeiro é o primeiro passo para embasar essas ações.

Agradecimentos

A todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a elaboração da lista estadual de espécies exóticas invasoras do estado do Rio de Janeiro, em qualquer das versões ao longo do histórico de desenvolvimento, em especial a Anderson Oliveira, André F. Nunes-Freitas, Carlos Frederico D. Rocha, Ciro Moura, Maria Alice S. Alves, Rodolfo Abreu, Rosana Mazzoni e Sonia B. Santos, que estiverem presente no início do processo. Ao Átilla Ferreguetti pela ajuda na confecção dos mapas. HGB agradece as bolsas de pesquisa da FAPERJ (CNE-26/202.757/2017) e do CNPq (307781/2014-3) e o Prociência/UERJ.

Material suplementar

Anexo 1 [PDF](#) Anexo 2 [PDF](#)

Referências bibliográficas

- Akbari OS, I Antoshechkin, H Amrhein, B Williams, R Dilorio, J Sandler, BA Hay. 2013. The developmental transcriptome of the mosquito *Aedes aegypti*, an invasive species and major arbovirus vector. *G3: Genes, Genomes, Genetics* 3(9), 1493-1509.
- Base de Dados de Espécies Exóticas Invasoras do Brasil. 2020. Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental. Disponível em <http://bd.institutohorus.org.br>. Acessado em 04 de novembro de 2020.
- Bellard C, P Cassey, TM Blackburn. 2016. Alien species as a driver of recent extinctions. *Biology letters* 12(2), 20150623.
- Bergallo HG, AC Bergallo, HB Rocha, CFD Rocha. 2016. Invasion by *Artocarpus heterophyllus* (Moraceae) in an island in the Atlantic Forest Biome, Brazil: distribution at the landscape level, density and need for control. *Journal of Coastal Conservation* 20(3): 191-198.
- Bradshaw CJA, C Leroy, C Bellard, D Roiz, C Albert, A Fournier, M Barbet-Massin, JM Salles, F Simard, F Courchamp. 2016. Massive yet grossly underestimates global cost of invasive insects. *Nature Communications* 7:12986. DOI:10.1038/ncomms12986.
- Braks MAH, NA Honório, LP Lounibos, R Lourenço-de-Oliveira, SA Juliano. 2004. Interspecific competition between two invasive species of container mosquitoes, *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae), in Brazil. *Annals of the Entomological Society of America* 97(1): 130-139.
- Capel KCC, RJ Toonen, CT Rachid, JC Creed, MV Kitahara, Z Forsman, C Zilberberg. 2017. Clone wars: asexual reproduction dominates invasive range of *Tubastraea* spp. (Anthozoa: Scleractinia) in the South-Atlantic Ocean. *PeerJ* 5, e3873.
- Castro CB, DO Pires. 2001. Brazilian coral reefs: what we already know and what is still missing *Bulletin Marine Science* 69: 357-371.
- Costa TCC, ECC Fidalgo, RF Santos, JV Rocha, JP Metzger, RS Vicens, K Tanizaki-Fonseca, CBA Bohrer. 2009. Diversidade de paisagens no Estado do Rio de Janeiro. En: Bergallo HG, ECC Fidalgo, CFD Rocha, MC Uzêda, MC Costa, MAS Alves, M Van Sluys, MA Santos, TCC Costa, ACR Cozzolino (eds.). *Estratégias e ações para a conservação da biodiversidade no Estado do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: Instituto Biomas, p. 101-110.
- Creed JC, AF De Paula. 2007. Substratum preference during recruitment of two invasive alien corals onto shallow-subtidal tropical rocky shores. *Marine Ecology Progress Series* 330:101-111.
- Da Silva AG, AF De Paula, BG Fleury, JC Creed. 2014. Eleven years of range expansion of two invasive corals (*Tubastraea coccinea* and *Tubastraea tagusensis*) through the southwest Atlantic (Brazil). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 141: 9-16.
- De Paula AF, JC Creed. 2004. Two species of the coral *Tubastraea* (Cnidaria, Scleractinia) in Brazil: a case of accidental introduction. *Bulletin Marine Science* 74:175-183.
- Dean W. 1996. A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira. Companhia das letras, São Paulo, 484p.
- Dehnen-Schmutz K, J Touza. 2008. Plant invasions and ornamental horticulture: pathway, propagule pressure and the legal framework. In: *Floriculture, ornamental and plant biotechnology Volume V*. London: Global Science Books. p. 15-21.
- Detogne N, AC Ferreguetti, JHF Mello, MC Santana, A Conceição Dias, NC Mota, AEC Gonçalves, CP Souza, HG Bergallo. 2017. Spatial distribution of buffy-tufted-ear (*Callithrix aurita*) and invasive marmosets (*Callithrix* spp.) in a tropical rainforest reserve in southeastern Brazil. *American Journal of Primatology* 79(12): e22718.
- Drummond JA. 1988 O jardim dentro da máquina: brevehistória ambiental da Floresta da Tijuca. *Estudos Históricos* 1: 278-294.
- Drummond JA. 1997. Devastação e preservação ambiental: os parques nacionais do Estado do Rio de Janeiro. EdUFF, Niterói, 306p.
- Dueñas, MA., Ruffhead, H.J., Wakefield, N.H. et al. 2018. The role played by invasive species in

- interactions with endangered and threatened species in the United States: a systematic review. *Biodiversity and Conservation*. 27: 3171–3183.
- Elevitch CR, HI Manner. 2006. Species profiles for Pacific Island agroforestry: *Artocarpus heterophyllus*. <https://agroforestry.org/images/pdfs/A.heterophyllus-jackfruit.pdf>
- Essl F, B Lenzner, S Bacher, et al. 2020. Drivers of future alien species impacts: An expert-based assessment. *Global Change Biology* 26: 4880-4893 <https://doi.org/10.1111/gcb.15199>
- Esteves FDA, LD Lacerda. 2000. Ecologia de restingas e lagoas costeiras. Macaé, NUPEM/UFRJ, 99-116.
- Estrada-Peña A, RS Ostfeld, AT Peterson, R Poulin, J Fuente. 2014. Effects of Environmental change on zoonotic disease risk: an ecological primer. *Trends in Parasitology* 30 (4):205-214.
- FCRB. 2020. Glaziou, o paisagista do Império. Fundação Casa de Rui Barbosa. <http://www.casaruibarbosa.gov.br/glaziou/referencia.htm>
- Ferrão JEM. 1993. A aventura das plantas e os descobrimentos portugueses. Instituto de Investigação Científica Tropical, Lisboa
- Forest Stewardship Council - FSC. 2014. Avaliação de plantações florestais na República Federativa do Brasil: Padrão Harmonizado entre as Certificadoras, Brasil, FSC-STD-BRA-01-2014 V1-1 PT, 53 p.
- Global Invasive Species Programme - GISP. 2007. Invasive alien species and protected areas: a scoping report. Part 1.
- Gontijo NRC. 2019. Impacto do surto de febre amarela na ocorrência de primatas em paisagens fragmentadas do Espírito Santo. Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas. Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória-ES, 61 p.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. 2020. Cidades e Estados. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rj.html> >. Acesso em: Jul/2020.
- IPBES. 2019. Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Díaz S, J Settele, ES Brondízio, HT Ngo, M Guèze, J Agard, A Arneeth, P Balvanera, KA Brauman, SHM Butchart, KMA Chan, LA Garibaldi, K Ichii, J Liu, SM Subramanian, GF Midgley, P Miloslavich, Z Molnár, D Obura, A Pfaff, S Polasky, A Purvis, J Razzaque, B Reyers, R Roy Chowdhury, YJ Shin, IJ Visseren-Hamakers, KJ Willis, CN Zayas (eds.). IPBES secretariat, Bonn, Germany. 56 pages.
- IPEA. 2020. Conheça o Rio. <https://www.ipea.gov.br/forumbrics/pt-BR/conheca-o-rio.html#:~:text=Com%20extens%C3%A3o%20calculada%20em%20246,at%C3%A9%20o%20P%C3%A3o%20de%20A%C3%A7%C3%B4car>.
- Lessa I, TCS Guimarães, HG Bergallo, A Cunha, EM Vieira. 2016. Domestic dogs in protected areas: a threat to Brazilian mammals? *Natureza & Conservação* 14(2): 46-56.
- Lopes RM. 2009. Informe sobre as espécies exóticas invasoras marinhas no Brasil / Ministério do Meio Ambiente. Brasília: MMA - SBF. 440p.
- Mantelatto MC, da Silva AG, Louzada TS, McFadden CS, Creed JC. 2018. Invasion of aquarium origin soft corals on a tropical rocky reef in the southwest Atlantic, Brazil. *Marine Pollution Bulletin* 130: 84-94.
- Martinelli G, E Martins, M Moraes, R Loyola, R Amaro. 2018. Livro vermelho da flora endêmica do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro. SEA – Secretaria de Estado do Ambiente. Andrea Jakobsson Estúdio.
- Melo F, J Bicca-Marques, DS Ferraz, L Jerusalinsky, RA Mittermeier, LC Oliveira, M Port-Carvalho, CR Ruiz-Miranda, M Valença Montenegro, R da Cunha, RR do Valle. 2020. *Callithrix aurita* (amended version of 2019 assessment). The IUCN Red List of Threatened Species 2020: e.T3570A166617776. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-1.RLTS.T3570A166617776.en>. Downloaded on 01 December 2020.
- Ministério do Meio Ambiente. 2006. Espécies Exóticas Invasoras: situação brasileira. Coradin L. (Coord.). Brasília: MMA. 21p.
- Ministério do Meio Ambiente. 2009. Informe sobre Espécies Exóticas Invasoras Marinhas do Brasil. Rubens m. Lopes/IO-USP (et al.) Editor – Brasília: MMA/SFB, 440 p. Série Biodiversidade 33.
- Ministério do Meio Ambiente. 2018. Segunda atualização das áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade. Portaria nº 463 de 18 de dezembro de 2018. Disponível em <http://areasprioritarias.mma.gov.br/2-atualizacao-das-areas-prioritarias>.
- Miranda RJ, Nunes JACC, Creed JC, Barros F, Macieira RM, Santos RG, Lima GV, Pontes AVF, Silva LGFC, Cordeiro RT, Sampaio CLS, Pinto TK, Malhado ACM, Ladle R, Pereira

- PHC. 2020. Brazil policy invites marine invasive species. *Science* 368(6490): 481.
- Oliveira AP, Gentile R, Maldonado Júnior A, Lopes Torres EJ, Thiengo SC. 2015. *Angiostrongylus cantonensis* infection in molluscs in the municipality of São Gonçalo, a metropolitan area of Rio de Janeiro, Brazil: role of the invasive species *Achatina fulica* in parasite transmission dynamics. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz* 110(6): 739-744.
- Oliveira CM, Auad AM, Mendes SM, Frizzas MR. 2013. Economic impact of exotic insect pests in Brazilian agriculture. *Journal of Applied Entomology* 137(1-2): 1-15.
- Peres CK, RW Lambrecht, DA Tavares, WAC Castro. 2018. Alien Express: The threat of aquarium e-commerce introducing invasive aquatic plants in Brazil. *Perspectives in Ecology and Conservation* 16: 221-227.
- Pivello VR, CN Shida, ST Meirelles. 1999. Alien grasses in Brazilian savannas: a threat to the biodiversity. *Biodiversity & Conservation* 8(9): 1281-1294.
- Radji R, KKlu, KKokou. 2010. Forest invasion by alien plant species: The case of neem tree (*Azadirachta indica* A. Juss.) in Southern Togo. *International Journal of Biodiversity and Conservation* 2(10): 300-307.
- Raíces, DSL, Ferreira PM, Mello JHF, Bergallo HG. 2017. Smile, you are on camera or in a live trap! The role of mammals in dispersion of jackfruit and native seeds in Ilha Grande State Park, Brazil. *Nature Conservation Research* 2(4):78-89.
- Rego MAF 2017. Avaliação de três protocolos de contenção química de mico-leão-da-cara-dourada (*Leontopithecus chrysomelas*) para procedimento de vasectomia. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - USP DOI 10.11606/D.10.2017.tde-22052017-143800, São Paulo.
- Rocha CFD, HG Bergallo. 2012. When invasive exotic populations are threatened with extinction. *Biodiversity and Conservation*, 21(14): 3729-3730.
- Rocha CFD, HG Bergallo, R Mazzoni. 2011. Invasive vertebrates in Brazil. En: Pimentel D. (ed.). *Biological invasions: economic and environmental costs of alien plant, animal and microbe species*.
- Salles RO, T Silva-Soares. 2010. *Phyllodytes luteolus* (Anura, Hylidae) as an alien species in the Rio de Janeiro municipality, state of Rio de Janeiro, southeastern Brazil. *Herpetology Notes* 3: 257-258.
- Sampaio AB, IB Schmidt. 2013. Espécies exóticas invasoras em unidades de conservação federais no Brasil. *Biodiversidade Brasileira* 3(2): 32-49.
- Santos AR, CFD Rocha, HG Bergallo. 2010. Native and exotic species in the urban landscape of the city of Rio de Janeiro, Brazil: density, richness, and arboreal deficit. *Urban Ecosystems* 13(2): 209-222.
- SEA. 2016. Mapa de Vegetação Potencial do Estado do Rio de Janeiro. Elaboração do Zoneamento Ecológico do Estado do Rio de Janeiro: Caracterização de Base Física e Ecossistemas do Estado do Rio de Janeiro. Parte 2 - Caracterização dos ecossistemas. Revisão: 11/11/2016 - Estado do Rio de Janeiro. Consórcio SEA no 06/2013.
- SFB - Serviço Florestal Brasileiro. 2018. Inventário Florestal Nacional: Rio de Janeiro – principais resultados, Brasília, DF: MMA, 111p – Série Relatórios Técnicos – IFN.
- Shine C. 2008. A toolkit for developing legal and institutional frameworks for invasive alien species. *Global Invasive Species Programme*, Nairobi. 111p.
- Silva AG, Fleury BG, Paula AF; Creed JC. 2014. Eleven years of range expansion of two invasive corals (*Tubastraea coccinea* and *Tubastraea tagusensis*)

- through the southwest Atlantic (Brazil). Estuarine, Coastal and Shelf Science 141: 9-16.
- Silva AG, Fleury BG, Paula AF; Creed JC. 2014. Eleven years of range expansion of two invasive corals (*Tubastraea coccinea* and *Tubastraea tagusensis*) through the southwest Atlantic (Brazil). Estuarine, Coastal and Shelf Science 141: 9-16.
- Sutherst RW. 2000. Climate change and invasive species: a conceptual framework. In: Mooney HA, Hobbs RJ. Invasive species in a changing world. Island Press, p. 211-240.
- Torres PC, PI Prado 2010. Domestic dogs in a fragmented landscape in the Brazilian Atlantic Forest: abundance, habitat use and caring by owners. Brazilian Journal of Biology 70(4). <https://doi.org/10.1590/S1519-69842010000500010>
- Versveld DB, Le Maitre DC, Chapman RA. 1998. Alien invading plants and water resources in South Africa: a preliminary assessment. Report to the Water Research Commission.
- Viveiros de Castro EB, C Cronemberger. 2007. Da ciência ao manejo: o conhecimento científico e a gestão da pesquisa no Parque Nacional da Serra dos Órgãos. En: Cronemberger, C, EB Viveiros de Castro. (Org.). Ciência e Conservação na Serra dos Órgãos. 1ed, Brasília: Ibama, p. 27-38.
- Zara ALS. 2016. Estimativa de utilização de serviços de saúde e de custos associados à dengue no Brasil. 2016. 172 f. Tese (Doutorado em Medicina Tropical e Saúde Pública) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.
- Zenni RD, MS Dechoum, SR Ziller. 2016. Dez anos do informe brasileiro sobre espécies exóticas invasoras: avanços, lacunas e direções futuras. Biotemas 29(1): 133-153. <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7925.2016v29n1p133>.
- Ziller SR. 2000. A Estepe Gramíneo-Lenhosa no segundo planalto do Paraná: diagnóstico ambiental com enfoque à contaminação biológica. Tese de Doutorado. Curitiba: UFPR. 185p.
- Ziller SR, MS Dechoum. 2013. Plantas e Vertebrados Exóticos Invasores em Unidades de Conservação no Brasil. Biodiversidade Brasileira 3(2): 4-31.
- Ziller SR, MS Dechoum, RAD Silveira, HM Rosa, MS Motta, LF Silvia, BCM Oliveira, RD Zenni. 2020. A priority-setting scheme for the management of invasive non-native species in protected areas. Neobiota 62: 591-606. doi 10.3897/neobiota.62.52633.
- Ziller SR, Pinto LP. 2016. Políticas, dificuldades e desafios para o controle e a erradicação de espécies exóticas invasoras em ações de restauração ambiental na Mata Atlântica, Brasil. Revista Bioinvasiones 1:53-71.