



4

Biodiversidade

EQUIPE TÉCNICA

Coordenação

Maria Izabel Soares Gomes da Silva - Ibama

Redação

Adriana Panhol Bayma - MMA

Aline Amaral - MMA

Bruno Barbosa - Ibama

Camila Neves Sores Oliveira - MMA

Cesar Heraclides Behling Miranda - Embrapa Agroenergia

Danilo do Prado Perina - ICMBio

Eduardo Amorim - CNCFlora/JBRJ

Eduardo Pinheiro Fernandez - CNCFlora/JBRJ

Fabricio Escarlante Tavares - ICMBio

Fernanda Saleme - CNCFlora/JBRJ

Flávio Duque Estrada Soares Pereira – UnB

Gabriel Brejão - Unesp

Gláucia Crispim Ferreira - CNCFlora/JBRJ

Guilherme Fernando Gomes Destro - Ibama

Hetiene Pereira Marques - MMA

Iona'i Ossami de Moura - MMA

Isaque Medeiros Siqueira - Ibama

José Sávio Melo - ICMBio

Juliana Wotzasek Rulli Villardi - Ministério da Saúde

Lara Gomes Côrtes - ICMBio

Léia Cecília de Lima Fávaro - Embrapa Agroenergia

Lucas Costa Monteiro Lopes - CNCFlora/JBRJ

Lúcia G. Lohmann - USP

Luciana Crema - ICMBio

Maira Smith - Funai

Manuela da Silva - Fiocruz

Márcia Chame - Fiocruz

Márcia Muchagata - Fiocruz

Marcio Verdi - CNCFlora/JBRJ

Maria Soranna - ICMBio

Matheus Andreozzi - MMA

Michele Sato - MMA

Missifany Silveira - MS

Mônica Marella Corrêa - CNCFlora/JBRJ

Nilamon Leite - ICMBio

Pablo Hendrigo Alves de Melo - CNCFlora/JBRJ

Pedro Gerhard - Embrapa Meio Ambiente

Rafaela Campostrini Forzza - JBRJ

Raquel Monti Sabaini - Ibama

Reuber Brandão - UnB

Roberta Aguiar dos Santos - ICMBio

Rodrigo Clemente - Ministério da Saúde

Rosa Líia Barbieri - Embrapa Clima Temperado

Simone Palma Favaro - Embrapa Agroenergia

Thais Laque - CNCFlora/JBRJ

Thais Coutinho - MMA

Vera Carvalho - ICMBio

ODS relacionados ao capítulo



INTRODUÇÃO

O termo biodiversidade representa a contração das palavras diversidade e biológica e, de forma estrita, refere-se ao número e variedade de espécies encontradas em uma área. De forma ampla, o termo inclui a variação encontrada dentro das espécies (diversidade genética) e a variação encontrada em escalas espaciais maiores, como os ecossistemas. Neste sentido, o termo biodiversidade transmite a complexidade de organização da vida no planeta, desde a informação contida em uma sequência de ácidos nucleicos até a multitude de informações percebidas na biota como um todo. Em resumo, o termo biodiversidade refere-se a toda a variação vivente, dos genes e caracteres, às espécies e ecossistemas (FAITH, 2021).

A criação do termo biodiversidade foi um marco importante, pois permitiu a articulação de uma causa urgente: a extinção da diversidade biológica (RABY, 2017). Pelo fato desse termo comunicar claramente a importância da variedade biológica, incluindo seu valor intrínseco e os benefícios para a humanidade (FAITH, 2021), passou a ser utilizado em diferentes esferas, se tornando a unidade básica da biologia da conservação (RABY, 2017). Apesar da diversidade de conceitos disponíveis para “biodiversidade” (SARKAR, 2005; MACLAURIN; STERELNY, 2008), todos enfatizam a variedade da vida na terra. Por exemplo, o conceito adotado pela *Convention on Biological Diversity* (CBD, 2000, p. 9) refere-se à:

“Variabilidade de organismos vivos de todas as origens, compreendendo, dentre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos, e os complexos ecológicos de que fazem parte; compreendendo ainda a diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas”.

Neste capítulo, foi adotada uma definição ampla da biodiversidade, incorporando não apenas a complexidade do conceito, mas uma

percepção de seu mecanismo, na geração de serviços ecossistêmicos (Figura 01). Mais especificamente, foi adotado o conceito proposto por Brandão, Zanatta, Souza (2021, p. 4):

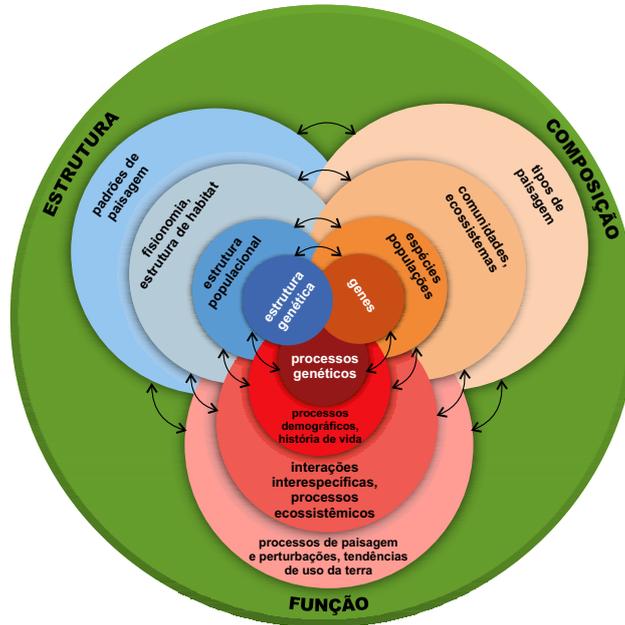
“Biodiversidade se refere à organização hierárquica da complexidade biológica em genes, espécies, populações, comunidades, ecossistemas e biomas, considerando a composição, função e estrutura de todos os elementos dessa organização e suas interações”.

Essa visão holística da biodiversidade tem implicações importantes para políticas públicas, englobando a conservação de regiões biologicamente relevantes e seus processos ecológicos associados, além da pura proteção das espécies. De fato, entender e ressaltar o papel da função e da estrutura dos componentes da biodiversidade em seus diferentes níveis de organização é essencial para que políticas públicas contemplem aspectos funcionais e estruturais em estratégias para a conservação e gestão do meio ambiente, trazendo um entendimento holístico sobre o impacto de ações antrópicas para a biodiversidade. Essa percepção ampla dos componentes da biodiversidade, contemplando sua forma de organização, complexidade, estrutura, composição e função, induzem a uma percepção dinâmica da biodiversidade, que contempla as interações ecológicas e os demais processos ecológicos e evolutivos, responsáveis pela origem e manutenção da diversidade biológica.

O Brasil, reconhecido pela sua megabiodiversidade, possui a maior cobertura de florestas tropicais e a flora mais rica do mundo, além de abrigar uma fauna igualmente importante. Abriga diversos biomas terrestres e aquáticos onde se expressa frequentemente, de forma endêmica, o mais vasto e diversificado conjunto de espécies do planeta. De fato, as plantas terrestres encontradas no território



Figura 1 – Esquema representando a estrutura da organização hierárquica da biodiversidade, apresentando a complexidade de seus elementos, considerando sua composição, estrutura e função.



OBS.: As setas e as cores representam processos responsáveis pela transferência de informação, energia e matéria entre as diferentes camadas de organização.

Fonte: Brandão *et al.*, 2021. Adaptado de NOSS, 1990.

brasileiro correspondem a cerca de 10% das espécies descritas (CHEEK *et al.*, 2020), enquanto a fauna está entre as mais diversas do planeta¹. A “Avaliação do Estado do Conhecimento da Diversidade Biológica Brasileira”, publicada pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) (BRASIL, 2006), indica que o País abriga 13,2% da biota mundial. Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), o Brasil abriga a maior diversidade biológica entre os 17 países megadiversos que, juntos, detêm mais de 70% da biodiversidade.

A enorme biodiversidade encontrada no Brasil foi estruturada ao longo de milhões de anos, como resultado de processos geológicos, climáticos e evolutivos. A longa e complexa história dessa biodiversidade produziu paisagens complexas em múltiplas escalas geográficas, gerando ambientes diferentes e alterando as conexões geográficas e genéticas entre os organismos. A biota altamente diversa, resultante

desses processos, levou a uma ampla gama de interações ecológicas, acelerando ainda mais a diversificação da biota.

Da mesma forma, os biomas e ecossistemas que encontramos no Brasil, atualmente, se formaram ao longo de milhões de anos e seu funcionamento depende da manutenção de sua estrutura e das interações entre milhares de organismos que os compõem. Apesar de nem todas as espécies apresentarem a mesma importância para o funcionamento dos ecossistemas, com espécies mais abundantes sendo responsáveis pela maior parte dos serviços ecossistêmicos (FAUSET *et al.*, 2015), todas as espécies são vitais para seu funcionamento. De fato, muitas espécies raras são responsáveis por funções extremamente vulneráveis dos ecossistemas (MOUILLOT *et al.*, 2013) e sua extinção pode levar ecossistemas ao colapso. Apesar dos avanços nas pesquisas para

¹ Mais informações podem ser obtidas no site: <https://news.mongabay.com/>.



conhecimento da biodiversidade brasileira, ainda há muitas lacunas sobre a estrutura e composição dos ecossistemas e a maneira adequada de manejá-los, visando sua preservação.

Um País megadiverso como o Brasil, com taxas tão altas de biodiversidade e endemismo, também tem grande responsabilidade de preservar sua rica biota e seus ecossistemas. De fato, o patrimônio natural do País inclui dois *hotspots* de biodiversidade (Mata Atlântica e Cerrado), seis Reservas da Biosfera, reconhecidas pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

(Unesco), 12 ecorregiões prioritárias, definidas pelo Global 200 (WWF, 2001), 11 sítios Ramsar², para a proteção de zonas úmidas, e quase 1.500 unidades de conservação. Como estabelecido pelo *United Nations World Summit on Sustainable Development* (2002), é nosso dever manter a biodiversidade e seus serviços ecossistêmicos, desenvolver fontes de energia renováveis e melhorar a segurança alimentar e a saúde pública. Este capítulo traz um panorama das forças motrizes, pressões, estados, impactos e respostas sobre a biodiversidade brasileira.

ESPÉCIES E ECOSSISTEMAS

Alterações de comunidades e populações

Tráfico de animais silvestres

O tráfico de animais silvestres é uma das atividades ilegais mais disseminadas e lucrativas do mundo (LAWSON; VINES, 2014). O tráfico inclui caça, captura e comércio da vida selvagem, viva ou morta, para uso medicinal, esportes, como animal doméstico, para consumo humano, ornamental ou religioso (HANSEN *et al.*, 2012; BARBER-MEYER, 2010; PHELPS *et al.*, 2016). Nessa perspectiva, na qual a captura e o uso descontrolado da fauna silvestre têm se mantido por séculos, graves consequências ambientais são desencadeadas, como introdução de espécies exóticas, disseminação de doenças e interrupção dos processos ecossistêmicos e serviços ecológicos como polinização, dispersão das sementes, controle populacional de outros animais, e, em médio e longo prazos, extinção das espécies sobrexplotadas (DAI; ZHANG, 2017; NASCIMENTO *et al.*, 2015).

Dos diversos fatores que fomentam o tráfico de fauna no Brasil, os aspectos socioeconômicos têm sido utilizados para explicar a captura ilegal e o intenso comércio da vida silvestre no País. Uma análise mais aprofundada da relação pobreza/consumo ilegal da vida silvestre revela que o conhecimento sobre o assunto é limitado, requerendo uma análise mais profunda sobre o que constitui, de fato, o comércio ilegal da vida silvestre e os fatores que motivam a caça ilegal, para que se possa encontrar possíveis soluções para tais problemas, em médio e longo prazos (DUFFY *et al.*, 2016). No Brasil, por exemplo, é sabido que a demanda pela vida silvestre apresenta alto viés cultural (LICARIÃO *et al.*, 2013; SOUTO *et al.*, 2017) e é difundida entre a população local, independentemente de fatores socioeconômicos (ALVES *et al.*, 2016; DESTRO *et al.*, 2019).

Estudos apontam que as aves são o grupo mais cobiçado pelos traficantes de animais silvestres no Brasil (DESTRO *et al.*, 2012). A manutenção de aves em cativeiro, especialmente as canoras, é uma atividade que se manteve por séculos, em diferentes classes sociais no País, tanto em regiões urbanas como rurais (ALVES *et al.*, 2013; KUHNEN

2 Lista de Ramsar ou Lista de Zonas Úmidas de Importância Internacional é um tratado internacional com o objetivo de promover a cooperação na conservação e no uso racional das zonas úmidas.





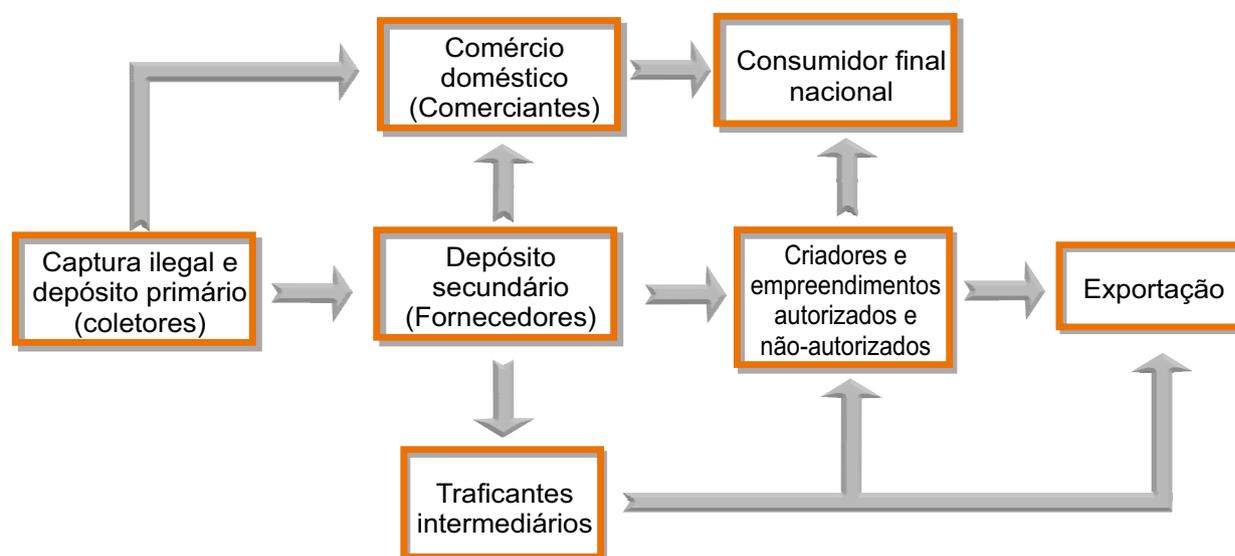
Fonte: Vinícius Mendonça/bama

et al., 2012; ALVES *et al.*, 2010). Embora a maioria das espécies de aves traficadas apresentem amplas distribuições geográficas (SICK, 1997) e sejam listadas como “Pouco Preocupantes” (DESTRO *et al.*, 2012), muitas apresentam sérias diminuições populacionais e outras já estão localmente extintas (FREITAS *et al.*, 2015; FERNANDES-FERREIRA *et al.*, 2012; GAMA; SASSI, 2008), especialmente por causa do tráfico de animais silvestres (MARINI; GARCIA, 2005; ALVES *et al.*, 2013).

No ambiente rural, onde a cadeia de interações comerciais começa, coletores

capturam os animais utilizando várias técnicas, entregando-os a comerciantes locais que os negociam em mercados e feiras públicas. Além disso, muitos animais são enviados a criadores ou empreendimentos autorizados e não autorizados, por traficantes intermediários (DESTRO *et al.*, 2012; KUHNEN *et al.*, 2012) que, inúmeras vezes, os comercializam pela internet (RATCHFORD *et al.*, 2013; SOUTO *et al.*, 2017). As complexas redes e rotas do tráfico de animais silvestres no País, desde a captura dos espécimes na natureza até seu destino, estão resumidas nas Figuras 2 e 3.

Figura 2 – Rede do tráfico de animais silvestres no Brasil, da captura ao destino.



Fonte: Destro *et al.*, 2019.



Figura 3 – Principais rotas do tráfico de animais silvestres no Brasil.



Fonte: Destro *et al.*, 2019.

Embora o comércio ilegal de animais silvestres se caracterize como atividade ilícita difusa (ALVES *et al.*, 2013), é possível inferir que: i) o mercado interno é o principal destino da fauna ilegalmente traficada no Brasil (DESTRO *et al.*, 2012); ii) a maioria dos espécimes ilegalmente comercializados provém das regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste (FERREIRA; GLOCK, 2004); iii) o maior quantitativo de animais ilegalmente capturados é enviado, por meio de rotas terrestres, às regiões Sul e Sudeste do Brasil, onde estão seus principais centros consumidores (FERREIRA; GLOCK, 2004; DESTRO *et al.*, 2012). Exceção é verificada nos estados amazônicos, onde os rios são a principal

rota para o comércio ilegal e as aves apresentam baixa representatividade em relação ao quantitativo de vertebrados silvestres traficados e apreendidos (NASCIMENTO *et al.*, 2015).

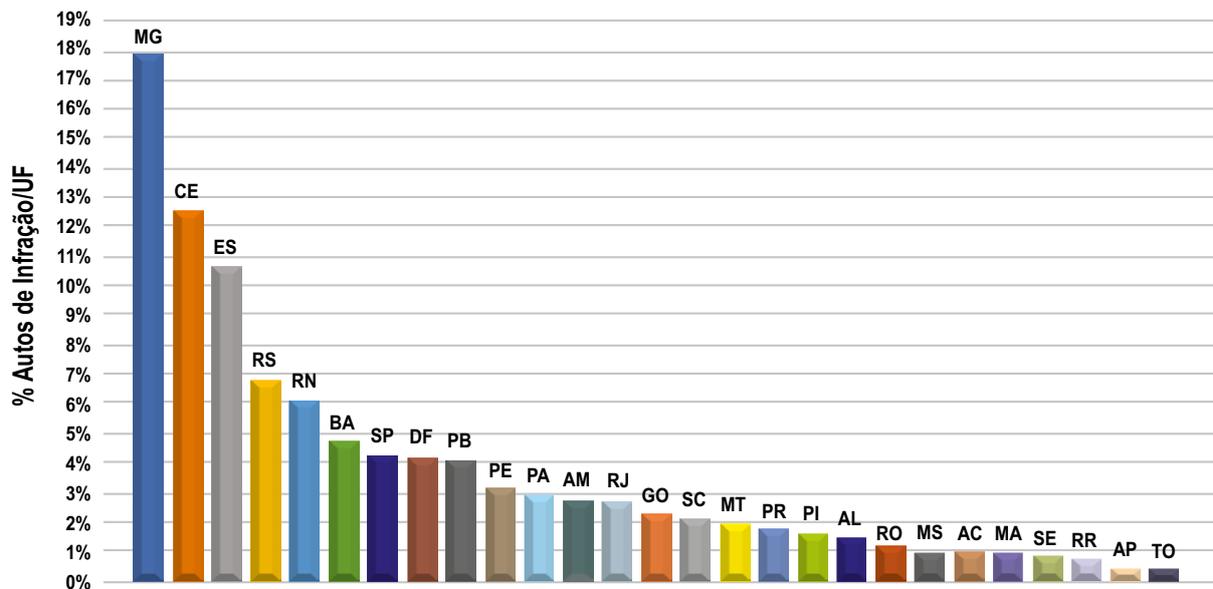
Uma análise do percentual de autos de infração contra a fauna, lavrados pelo Ibama no período de 2010 a 2020, demonstra que Minas Gerais, grande centro consumidor, destaca-se como o estado que mais aplicou multas, seguido do Ceará e Espírito Santo (Figura 4). Apesar de ser um dos principais polos consumidores da fauna traficada, o estado de São Paulo figura na sétima posição no quantitativo de autos de infrações lavrados pelo Ibama, em virtude da intensa atuação das forças policiais do estado e do órgão



estadual de meio ambiente, que compartilham a tarefa de fiscalização. Os estados do Rio Grande do Norte e Bahia, que historicamente promovem

feiras para comércio de animais, destacam-se como quinto e sexto estados em número de autos de infração lavrados, respectivamente.

Figura 4 – Percentual de autos de infração lavrados pelo Ibama entre 2010 e 2020, por unidade da federação.



Fonte: Dados abertos do Ibama, 2021.

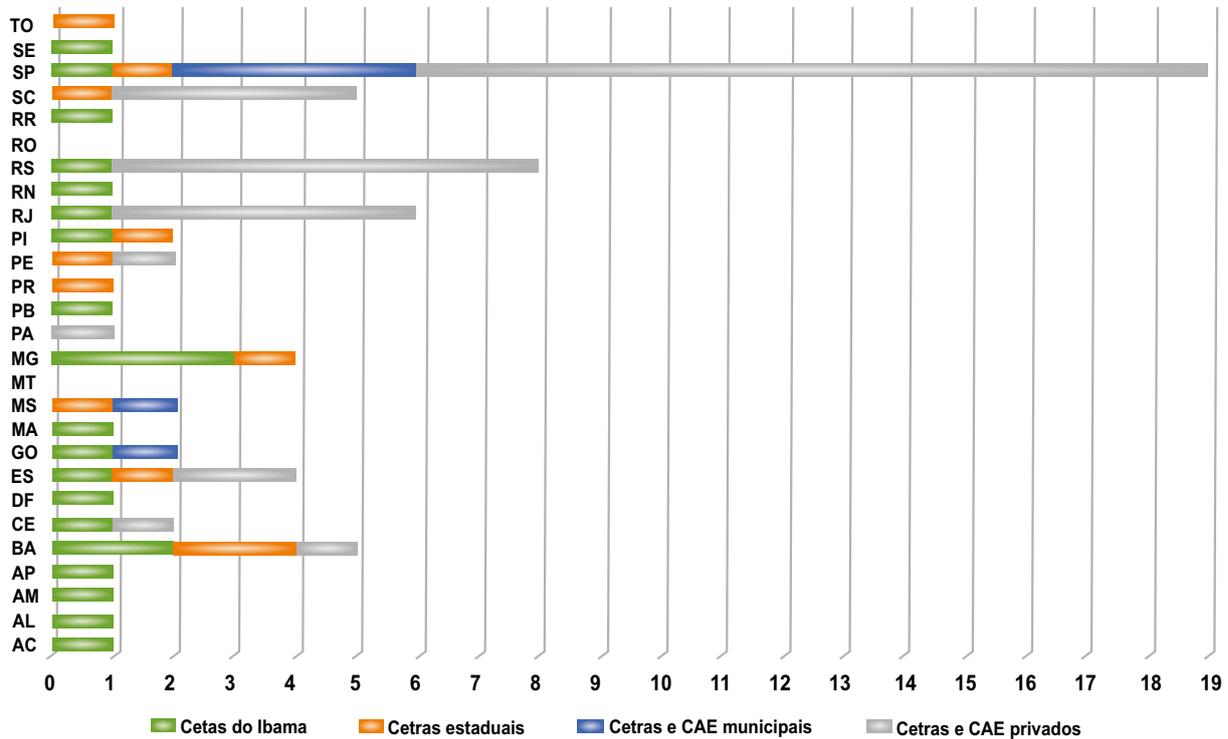
Apesar do tradicional transporte da fauna traficada por rodovias federais, seu “esquentamento” em criadouros autorizados e a venda de espécimes em feiras-livres, sabe-se que os traficantes têm buscado meios para aprimorar seu *modus operandi*, burlar os sistemas de fiscalização e atingir maior número de compradores. Nessa nova dinâmica, a internet se destaca (RATCHFORD *et al.*, 2013; SOUTO *et al.*, 2017), pois além de ser considerada tecnologia barata, apresenta alta permeabilidade e difícil rastreabilidade, tornando o controle e a fiscalização tarefas árduas e pouco efetivas (SILVA; BERNARD, 2016; ALVES *et al.*, 2013).

A fiscalização de ilícitos relacionados à fauna passou a ser de competência compartilhada entre a União, os estados, o Distrito Federal e os municípios, a partir da Lei Complementar n.º 140/2011. Com uma gestão difusa, as forças repressoras ganharam novos atores e um novo alcance, refletindo diretamente na forma como o ilícito é combatido. A falta de um sistema de

informações único, que abrigue todos os dados sobre o combate do tráfico de fauna produzido pelas diferentes forças policiais e secretarias estaduais de meio ambiente, impede estimativas do número de animais anualmente apreendidos no Brasil, a elaboração de listas com as espécies mais cobiçadas e a identificação das regiões com ilícitos mais frequentes.

Nesse contexto, os Centros de Triagem e Reabilitação de Animais Silvestres (Cetas) ganham mais importância, pois possuem informações estratégicas sobre a movimentação de fauna ilegal no País, com tendência e características do tráfico de animais silvestres fundamentais para estruturar ações de repressão e combate. Existem no Brasil 6 Centros de Atendimento Emergencial (CAE) e 69 Cetas, sendo que destes, 23 são geridos pelo Ibama (Figura 5). Esses Centros são responsáveis pelo recebimento, identificação, marcação, triagem, avaliação, recuperação, reabilitação e destino de espécimes da fauna silvestre.

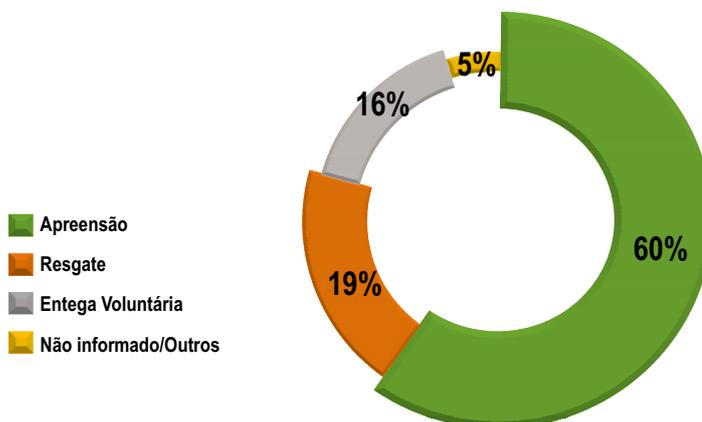


Figura 5 – Cetas, Cetas e CAE no Brasil em 2021.

Fonte: Ibama, 2020.

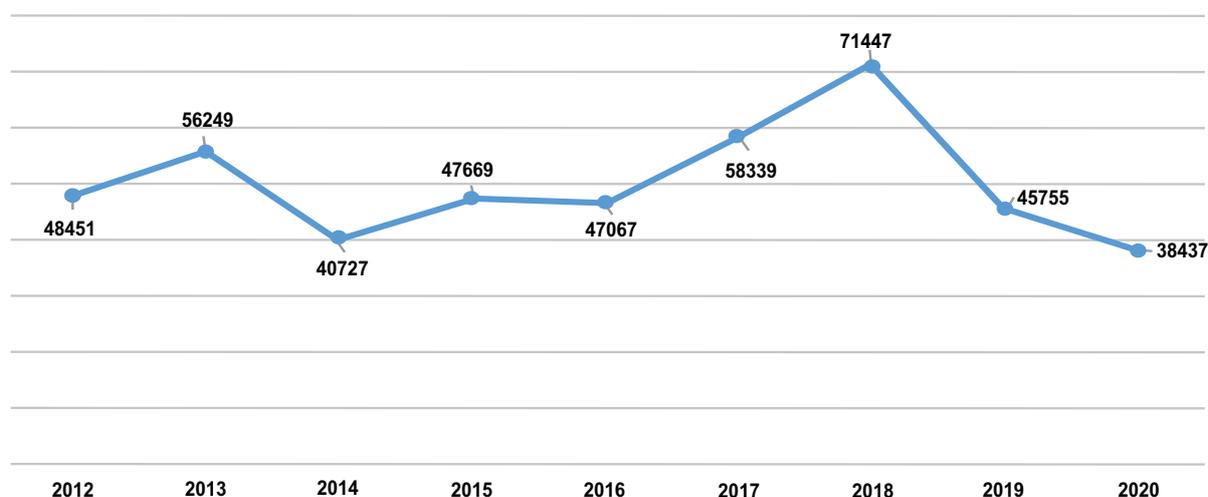
Considerando os dados de recebimento de animais silvestres contabilizados entre 2012 e 2020 (Figuras 6 e 7), nota-se contínuo aumento no quantitativo de animais recebidos pelos Cetas do Ibama, a partir de 2014. Em média, são 50 mil animais/ano, sendo 60% provenientes de apreensões do Ibama, polícia ambiental, federal, rodoviária federal e outros órgãos de fiscalização do Sisnama. Em 2019, essa tendência de alta

se inverteu, com queda ainda maior em 2020, em função da pandemia. De fato, o estado de pandemia que assolou todo o mundo também prejudicou o trabalho dos Cetas que, em grande parte, permaneceram parcialmente fechados ao longo de 2020, dificultando, além do recebimento de animais, a compilação dos dados e a elaboração dos relatórios referentes a 2019.

Figura 6 – Tipos de recebimento de animais silvestres nos Cetas do Ibama entre 2012 e 2020.

Fonte: Ibama, 2021.

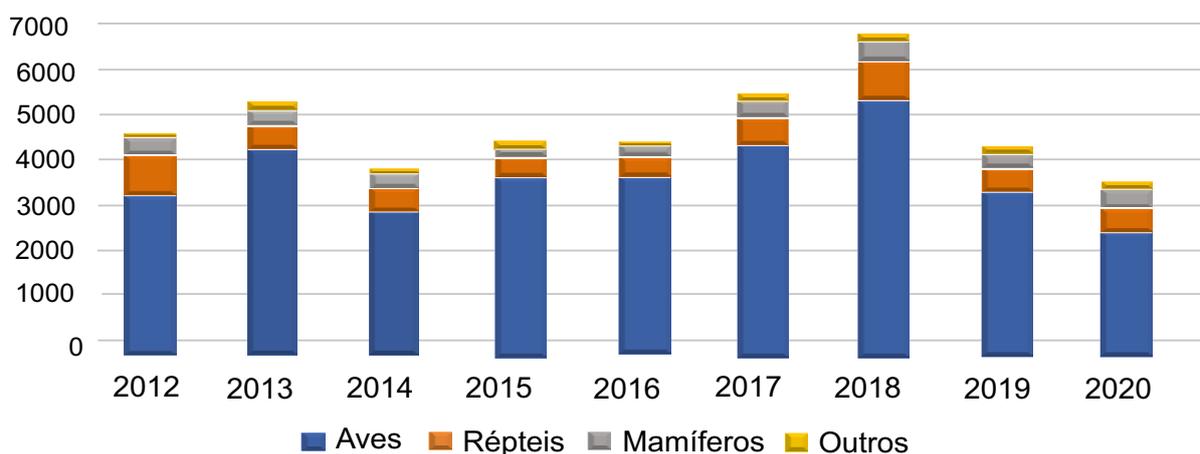


Figura 7 – Total de animais recebidos nos Cetas do Ibama entre 2012 e 2020.

Fonte: Ibama, 2021.

Em relação aos grupos mais recebidos nos Cetas do Ibama, observa-se, pela Figura 8, que o táxon prevalecente é o de aves, seguido pelos répteis e mamíferos, resultados estes

que permanecem em estrita consonância com os dados históricos de apreensão de animais silvestres realizados pelo Ibama e forças policiais (DESTRO *et al.*, 2012).

Figura 8 – Principais grupos de animais recebidos nos Cetas do Ibama entre 2012 e 2020.

Fonte: Ibama, 2021.

De modo geral, os Cetas nas regiões Sudeste e Sul são os que mais recebem animais no período amostrado, por serem os maiores mercados consumidores da fauna traficada vinda do restante do País (DESTRO *et al.*, 2012). Deve-se ressaltar que grande parte dos animais

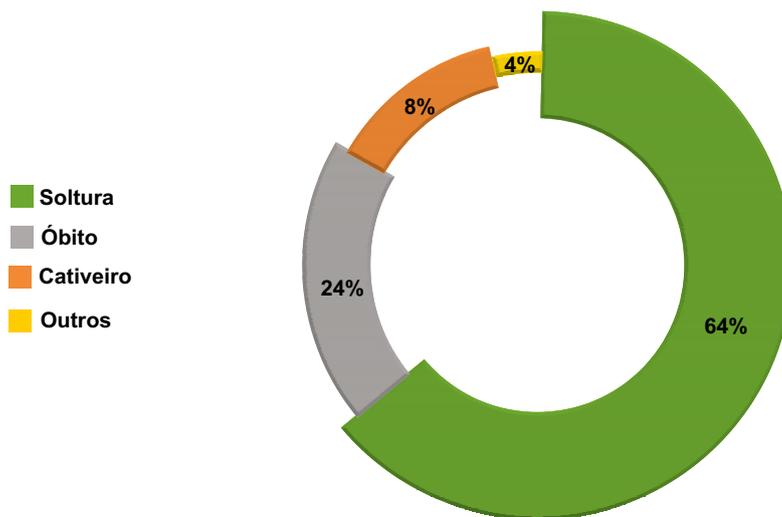
apreendidos nas áreas de ocorrência natural da espécie, muitas vezes, não é destinada aos Cetas, sendo imediatamente soltos ainda durante os procedimentos fiscalizatórios, devido ao seu estado asselvajado e por apresentarem boas condições de saúde.



Os animais que adentram os Cetas do Ibama passam por um processo de triagem, que envolve avaliação técnica com diferentes períodos de duração, adaptação ou reabilitação, buscando, sempre que possível, o retorno do indivíduo ao seu habitat. Devido

ao estado debilitado e de maus-tratos que chegam, muitos não resistem e morrem. Mas grande parte consegue retornar à natureza após o trabalho de reabilitação, atingindo uma taxa média anual de mortalidade de 24% (Figura 9).

Figura 9 – Porcentagem de animais destinados pelos Cetas do Ibama entre 2012 e 2020.



Fonte: Ibama, 2021.

O tráfico de animais silvestres, por seu dinamismo e abrangência, exige dos entes governamentais papel forte e incisivo. Nessa perspectiva, é notória a necessidade de implantar um planejamento estratégico de multiagências, incluindo o terceiro setor, bem como um reforço nas ações de inteligência, construção de bases de dados integradas e ampliação da capilaridade dos Cetas. Essas são medidas complexas e de longo prazo, mas talvez decisivas para que o Governo brasileiro não falhe na missão primordial de proteção e conservação da biodiversidade nacional, ameaçada pelo tráfico.

Espécies exóticas invasoras

Espécies exóticas invasoras são consideradas uma das principais causas da perda de biodiversidade em escala global, sendo a segunda causa de extinção de animais cujos motivadores puderam ser identificados (BELLARD

et al., 2016) e um dos maiores responsáveis pela perda dos serviços ecossistêmicos (PEJCHAR; MOONEY, 2009). De acordo com a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), espécies exóticas invasoras são organismos que, introduzidos fora da sua área de distribuição natural, ameaçam ecossistemas, habitats ou outras espécies. De modo geral, possuem elevado potencial de dispersão, colonização e dominação dos ambientes invadidos, criando, por consequência, pressões sobre as espécies nativas e, por vezes, sua própria eliminação (MMA, 2006).

Além de gerar enormes custos para a agricultura, setor florestal, aquicultura e outros empreendimentos comerciais, as espécies exóticas invasoras têm ocasionado inúmeros problemas ecológicos como a disseminação de patógenos, perda genética por hibridização e introgressão, competição interespecífica e extinção de espécies, além de inúmeros impactos

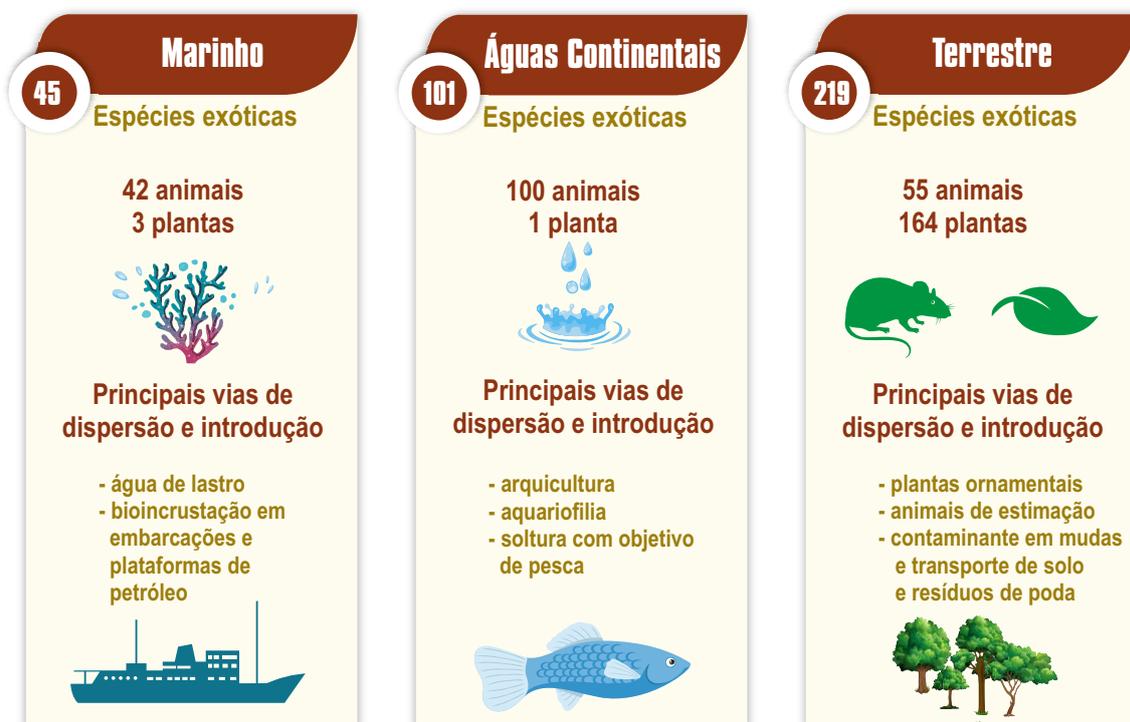


em processos ecossistêmicos. Identificar o potencial de invasão de uma espécie, antes mesmo da sua introdução, e analisar as implicações de um possível escape/liberação na natureza, é essencial para a prevenção da invasão de espécies (ROSA *et al.*, 2018; KOLAR; LODGE, 2001).

Em análise preliminar coordenada pelo Departamento de Conservação e Manejo

de Espécies (DESP) do MMA (2019), foram identificadas 365 espécies exóticas com potencial invasor no Brasil, das quais 54% são espécies da fauna. Na Figura 10 pode-se observar o número de espécies exóticas por ambiente (marinho, águas continentais e terrestre), com destaque para as principais vias de dispersão e introdução de espécies exóticas.

Figura 10 - Espécies exóticas com potencial invasor no Brasil.



Fonte: Adaptado de DESP/MMA, 2019.

No que se refere à fauna, das espécies exóticas invasoras mais conhecidas no Brasil estão o javali (*Sus scrofa*), o coral-sol (*Tubastraea* spp.), o mexilhão-dourado (*Limnoperna fortunei*), o sagui (*Callithrix* spp.) e o caracol-gigante-africano (*Achatina fulica*) (CONABIO, 2018).

Recentemente, maior atenção foi dada ao peixe-leão (*Pterois* spp.), espécie do Indo-Pacífico que foi registrada pela primeira vez no Oceano Atlântico, na década de 1980, e atualmente tem aumentado seus registros em águas brasileiras, já sendo encontrada no litoral Norte, Nordeste e Sudeste. Nessas regiões, já

se vislumbra uma possível invasão em curso, cujos impactos sobre a biodiversidade podem ser muito relevantes (LUIZ *et al.*, 2021).

Especificamente em relação à biodiversidade aquática, a aquicultura nacional tem sido historicamente alavancada por espécies exóticas, com destaque para: (i) tilápia na piscicultura (*Oreochromis niloticus*); (ii) camarão-marinho na carcinicultura (*Litopenaeus vannamei*); (iii) ostra-do-pacífico na malacocultura (*Crassostrea gigas*); (iv) macroalga (*Kappaphycus alvarezii*) da região tropical do Indo-Pacífico na maricultura.



Diversos fatores explicam o uso de espécies exóticas em detrimento de espécies nativas, nos processos produtivos, destacando seu desempenho zootécnico e aceitação pelo mercado consumidor. Contudo, considerando que o Brasil possui uma das mais extensas redes hídricas do planeta e uma riquíssima biodiversidade aquática, especialmente a ictiofauna, a aquicultura nacional pode despontar como uma nova potência em escala global, se bem conduzida.

Biodiversidade em números

Plantas, algas e fungos

O Brasil apresenta a maior riqueza de espécies de plantas terrestres do planeta

(FORZZA *et al.*, 2012). No entanto, até cerca de uma década atrás, a *Flora Brasiliensis* (MARTIUS *et al.*, 1840;1906) permaneceu como o documento mais importante da flora brasileira. Essa obra mostra 19.958 espécies de plantas, algas e fungos do País, além de diversas outras espécies de países vizinhos (VON MARTIUS, 1833; URBAN, 1906). Diversas espécies foram descritas desde então, mas nenhum tratamento compreensivo da flora do Brasil foi preparado até 2010 (Tabela 1), quando foi lançada a primeira versão *on-line* da “Lista de Espécies da Flora do Brasil” e publicado o “Catálogo de Plantas e Fungos do Brasil” (FORZZA *et al.*, 2010). Nessa obra, estão listadas 40.989 espécies para o País, sendo 3.608 fungos, 3.496 algas, 1.521 briófitas, 1.176 samambaias e licófitas, 26 gimnospermas e 31.162 angiospermas.

Tabela 1 – Número de espécies de plantas, algas e fungos do Brasil.

Grupo	Total de espécies 2010*	Total de espécies endêmicas 2010	Total de espécies 2020**	Total de espécies nativas 2020	Total de espécies endêmicas 2020
Algas	3.496	-	4.993	4.972	-
Fungos	3.608	-	6.320	6.320	-
Briófitas	1.521	275	1.610	1.584	356
Samambaias e Licófitas	1.176	450	1.403	1.380	527
Gimnospermas	26	2	114	23	3
Angiospermas	31.162	17,630	35.549	32.696	18.783
Total	40,989	18,357	49,989	46,975	19,669

OBS.: * Incluindo naturalizadas; ** incluindo cultivadas e naturalizadas.

Fonte: Forzza, org., *et al.*, 2010, e *Brazil Flora Group*; BFG, 2021.



Em 2015, o projeto “Lista de Espécies da Flora do Brasil” foi encerrado e um novo projeto intitulado “Flora do Brasil 2020” foi lançado para atender à Meta 1 da Estratégia Global para a Conservação de Plantas (GSPC), para 2020. Em dezembro de 2020, foram concluídas as monografias de 3.024 gêneros e 375 famílias (classes ou ordens) de plantas, fungos e algas do Brasil. Todas as espécies de briófitas (111 famílias, 1.071 gêneros e 1.584 espécies), samambaias e licófitas (40 famílias, 156 gêneros e 1.380 espécies) e gimnospermas (5 famílias, 7 gêneros e 23 espécies) foram monografadas. Para as angiospermas, 90% das famílias (232) e 92% dos gêneros (2.723) foram tratados. Apesar desses dados representarem um avanço substancial ao conhecimento, o estudo das algas e fungos ainda demanda um número significativo de taxonomistas e a tarefa de monografar esses grupos deve prosseguir pelos próximos anos (BFG, 2021).

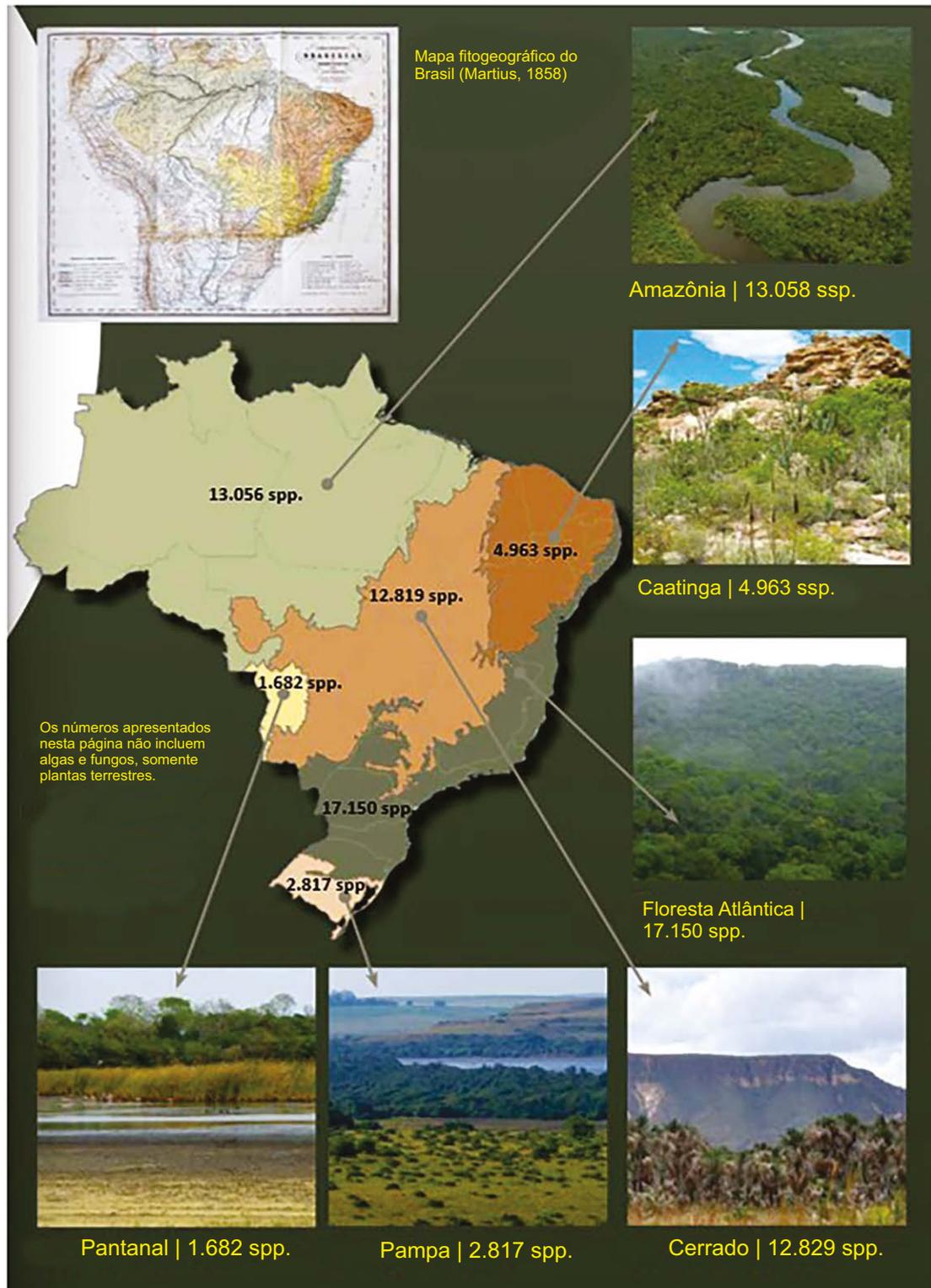
Até o momento, foram catalogadas 46.975 espécies de plantas, algas e fungos nativos do Brasil. Destas, 19.669 espécies de plantas terrestres são endêmicas, representando 356 espécies de briófitas, 527 espécies de samambaias e licófitas, três espécies de gimnospermas e 18.783 espécies de angiospermas (BFG, 2021) (Tabela 1). As dez famílias mais ricas em número de espécies de angiospermas no Brasil são: Fabaceae (3.033 spp.), Orchidaceae (2.692 spp.), Asteraceae (2.205 spp.), Poaceae (1.551 spp.), Melastomataceae (1.436 spp.), Rubiaceae (1.415 spp.), Bromeliaceae (1.379 spp.), Myrtaceae (1.193 spp.), Euphorbiaceae (973 spp.) e Malvaceae (840 spp.).

Para as angiospermas e gimnospermas, os estados com maior número de espécies documentadas são Minas Gerais (11.432 spp.) e Bahia (9.310 spp.). Para as briófitas, os estados com maior número de espécies são São Paulo (893 spp.), Rio de Janeiro

(857 spp.) e Minas Gerais (785 spp.). Para samambaias e licófitas, Minas Gerais (728 spp.), Rio de Janeiro (647 spp.) e São Paulo (635 spp.) são os estados com maior número de espécies documentadas. Para fungos, São Paulo abriga a maior diversidade conhecida (1.900 spp.), seguido de Pernambuco (1.651 spp.) e Rio Grande do Sul (1.461 spp.). Esses três estados também abrigam o maior número de micólogos. A alta diversidade encontrada nesses estados, provavelmente, não reflete maior riqueza de fato, mas maior esforço amostral.

Quando consideramos a diversidade de plantas terrestres por biomas brasileiros (Figura 11 e Tabela 2), a Mata Atlântica emerge como o bioma com maior diversidade de briófitas (1.316 spp.), samambaias e licófitas (926 spp.) e angiospermas (14.905 spp.), enquanto a Amazônia (16 spp.) abriga a maior diversidade de gimnospermas. O Cerrado é o segundo bioma com maior diversidade de angiospermas (12.025 spp.) e gimnospermas (7 spp.), enquanto a Amazônia é o segundo bioma com maior diversidade de briófitas (568 spp.) e de samambaias mais licófitas (569 spp.). No entanto, está claro que a amostragem é muito desigual nos diversos biomas brasileiros (NARVÁEZ-GOMES *et al.*, 2021), com a Mata Atlântica e o Cerrado representando os biomas mais bem amostrados (ANTONELLI *et al.*, 2020; STOPP *et al.*, 2020). A Amazônia é o bioma com maior déficit de amostragem e representa a região com menor densidade de coleta no País (HOPKINS, 2007; NARVÁEZ-GOMES *et al.*, 2021). De fato, quase metade de sua extensão é subamostrada (COSTA *et al.*, 2020; STROPP *et al.*, 2020; GOMES-DASILVA; FORZZA, 2021) e muitas espécies que ocorrem nesse bioma nunca foram coletadas e muito menos estudadas, indicando grande necessidade de maiores esforços de coleta na região.



Figura 11 – Número de espécies catalogadas nos biomas brasileiros.

Fonte: BFG, 2021.



Tabela 2 – Número de espécies de plantas terrestres por bioma.

	Amazônia	Floresta Atlântica	Caatinga	Cerrado	Pampa	Pantanal
Briófitas	568	1.316	125	483	120	176
Samambaias e Licófitas	569	926	55	314	116	62
Gimnospermas	16	3	2	7	3	1
Angiospermas	11.903	14.905	4.781	12.025	2.578	1.470
Total	13.056	17.150	4.963	12.829	2.817	1.682

Fonte: Flora do Brasil, 2020. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso em: nov. 2021.

Levantamento recente indica que entre 2015 e 2020, cerca de 1.500 espécies de plantas terrestres, 180 de algas e 420 de fungos nativos, do território brasileiro, foram descritos (BFG, 2021). Em 2019, o Brasil foi o País que

teve o maior número de espécies novas de plantas descritas (CHEEK *et al.*, 2020) (Tabela 3), indicando que a alta biodiversidade brasileira segue inexplorada.

Tabela 3 – Países que mais descreveram espécies novas de plantas e fungos, no mundo em 2019.

Plantas	Fungos
Brasil (216 spp.)	China (377 spp.)
China (195 spp.)	Tailândia (129 spp.)
Colômbia (121 spp.)	Estados Unidos (105 spp.)
Equador (91 spp.)	Austrália (96 spp.)
Austrália (86 spp.)	Brasil (85 spp.)
Vietnã (82 spp.)	Espanha (75 spp.)
Índia (80 spp.)	Itália (63 spp.)
México (72 spp.)	África do Sul (62 spp.)
Peru (68 spp.)	Índia (61 spp.)
Turquia (59 spp.)	Alemanha (47 spp.)

Fonte: Cheek *et al.*, 2020.



Fauna aquática e terrestre

Estimativa obtida a partir de informações disponíveis para os grupos taxonômicos mais conhecidos e catalogados, sugere que o País abriga cerca de 200.000 espécies de animais. Entre os grupos mais especiosos estão os besouros, com 26.800 espécies, as borboletas, com 26.016 espécies, as aranhas, com 3.203 espécies, os crustáceos, com 1.123 espécies, os moluscos, com 2.713 espécies, e os anelídeos, com 1.100 espécies (BRASIL, 2011). Aplicada a grandes grupos taxonômicos, essa proporção resulta em estimativas totais de espécies para o País, que variam entre 1.383.600 e 2.394.700. Essas estimativas podem ser ainda maiores, já que grandes grupos de organismos como insetos, bactérias, vírus, fungos e nematóides apresentam níveis elevados de incerteza. De fato, a diversidade ainda não conhecida para esses grupos pode superar em dez vezes, ou mais, a que conhecemos atualmente (LEWINSOHN; PRADO, 2005).

Ao todo, estima-se que ocorram mais de 9.000 espécies de vertebrados no Brasil, sendo 701 espécies de mamíferos (ICMBIO, 2018a), sendo conhecidas 51 espécies marinhas: 19 espécies de golfinhos, 24 de baleias, o peixe-boi marinho e sete pinípedes (lobos-marinhos, focas, leão-marinho e elefante-marinho), embora algumas sejam visitantes ocasionais do litoral brasileiro, inspiram preocupação quanto à conservação: baleia-franca (*Eubalaena australis*), baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*), franciscana ou toninha (*Pontoporia blainvillei*) e o boto-cinza (*Sotalia fluviatilis*). Das quatro espécies da ordem Sirenia existentes no mundo, duas ocorrem no Brasil e uma delas é marinha – o peixe-boi-marinho (*Trichechus manatus*), o mamífero aquático mais ameaçado, com populações residuais não contínuas, que habitam de Alagoas ao Amapá, e totalizam no máximo algumas centenas de indivíduos. Para os pinípedes, das sete espécies conhecidas para as águas, apenas três são relativamente comuns: o leão-marinho (*Otaria flavescens*), o lobo-marinho-

do-sul (*Arctocephalus australis*) e o lobo-marinho-subantártico (*Arctocephalus tropicalis*). Foi observada a presença de um elefante-marinho-do-sul (*Mirounga leonina*) no Arquipélago de Fernando de Noronha, ponto considerado como o limite norte de ocorrência dos pinípedes (ROSSI-WONGTSCHOWSKI *et al.*, 2006).

Em relação à diversidade de aves, o País possui o registro de 1.919 espécies (Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos, 2021³). Segundo Rossi-Wongtschowski *et al.* (2006), foram registradas mais de 100 espécies associadas a sistemas costeiros e marinhos. Dessas espécies, algumas são residentes, outras migrantes, oriundas do Hemisfério Norte e de outras regiões mais ao sul do Brasil. Além da ocorrência e reprodução de espécies ameaçadas de extinção, como o guará (*Eudocimus ruber*), a região Norte constitui corredor de migração e internada de Charadriiformes neárticos e é área de reprodução colonial de Ciconiiformes. As ilhas costeiras das regiões Sudeste e Sul são sítios de nidificação do trinta-réis (*Sterna spp.*), da pardela-de-asa-larga (*Puffinus lherminieri*), do tesourão (*Fregata magnificens*), do atobá (*Sula leucogaster*) e do gaivotão (*Larus dominicanus*).

O Brasil é o terceiro País mais rico do mundo em termos da fauna de répteis (BERNILS, 2010; VAN DIJK *et al.*, 2011). Das 795 espécies reconhecidas (COSTA; BERNILS, 2018), 36 são Testudines (cágados, jabutis e tartarugas, representando 13% da riqueza mundial), 6 Crocodylia (representando 25% da riqueza mundial) e 753 Squamata (divididos em 405 serpentes, 276 lagartos e 72 anfisbenas ou cobras-de-duas-cabeças) (COSTA; BERNILS, 2018). Das sete espécies de tartarugas marinhas conhecidas no mundo, cinco vivem nas águas brasileiras: tartaruga-cabeçuda ou tartaruga-amarela (*Caretta caretta*), tartaruga-verde (*Chelonia mydas*), tartaruga-gigante, tartaruga-negra ou tartaruga-de-couro (*Dermochelys coriacea*), tartaruga-de-pente (*Eretmochelys imbricata*) e a tartaruga-pequena (*Lepidochelys olivacea*). Essas espécies buscam praias do litoral e ilhas oceânicas para

3 Mais informações podem ser obtidas no site: <http://www.cbio.org.br/>. Acessado em dez 2021.





Fonte: Vinícius Mendonça/Ibama

a desova, abrigo, alimentação e crescimento. Pode-se afirmar a liderança também em riqueza de anfíbios, já que o País abriga 1.188 espécies (SEGALLA *et al.*, 2021), representando 13% das espécies descritas no mundo, a maioria com estágio obrigatório de sua vida em ambientes aquáticos continentais (SILVANO; SEGALLA, 2005).

Com cerca de 3.500 espécies de peixes descritas (ICMBIO, 2021), o País lidera em riqueza de peixes de água doce, possuindo aproximadamente 20% das espécies continentais do mundo (BUCKUP; MENEZES, 2003), a maioria pertencente às ordens Characiformes (dourados, lambaris, piranhas, pacus, tambaquis, traíras) e Siluriformes (bagres e cascudos). Buckup *et al.* (2007) registraram 2.587 espécies de peixes de água doce para o Brasil, no final de 2006. No entanto, mais de 913 novas espécies foram descritas nos últimos 15 anos, correspondendo a cerca de 65 novas espécies reconhecidas, por ano, uma adição de mais de 26% para esse componente da biodiversidade, nesse período. Estima-se que entre 30-40% da fauna de peixes neotropicais continentais ainda não tenham sido descritas (BÖHLKE *et al.*, 1978). Nesse contexto, um número mais realista para as águas nacionais pode ser de 5.000 espécies (REIS *et al.*, 2003). Apenas para a região amazônica são

reconhecidas mais de 2.400 espécies de peixes (REIS *et al.*, 2016), o que representa quase 70% dos peixes de água doce conhecidos do Brasil. Em termos de peixes marinhos, são conhecidas mais de 1.400 espécies, cerca de 90 endêmicas, representadas, em sua grande maioria, por peixes ósseos (*Actinopterygii*), perfazendo cerca de 85% das espécies conhecidas, sendo que os peixes cartilaginosos, como tubarões e raias (*Elasmobranchii*), e quimeras (*Holocephali*), correspondem a aproximadamente 15%, tendo ainda alguns representantes (5 spp.) de peixes-bruxa (*Myxini*) (ICMBIO, 2018b). Essas espécies estão distribuídas em uma diversidade de ambientes, ocorrendo em áreas costeiras e estuários, sobre a plataforma continental, talude e águas profundas, dentro da Zona Econômica Exclusiva (ZEE) brasileira.

O Brasil aparece como o País com maior diversidade de anfíbios e primatas, o 2º de mamíferos e o 3º de aves e répteis, apresentando alto grau de endemismo (ICMBIO, 2018a), ou seja, muitas espécies são restritas a território brasileiro. Apesar do grande número de espécies descritas no Brasil, muitas ainda são desconhecidas pela ciência, o que faz com que diversas novas espécies sejam descritas a cada ano, elevando expressivamente a estimativa de espécies novas.



Avaliação do estado de conservação da biodiversidade brasileira

O processo de avaliação do estado de conservação das espécies é a base para a definição da lista de espécies ameaçadas de extinção no Brasil e para uma avaliação do nível e natureza das ameaças. Com essa avaliação, é possível elaborar políticas públicas que visem à redução das ameaças e à conservação das espécies e seus habitats (BRASIL, 2014a). No Brasil, essa avaliação cabe ao MMA, a partir de duas autarquias federais: o Jardim Botânico do Rio de Janeiro (JBRJ), para as espécies da flora brasileira, e o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), para as espécies de vertebrados e alguns grupos de invertebrados selecionados (ICMBIO, 2013; ICMBIO, 2020; BRASIL, 2014b).

A metodologia do processo de avaliação das espécies da fauna segue a orientação do protocolo desenvolvido pela União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN), aplicado em diversos países (IUCN, 2019). Segundo os critérios propostos pela IUCN, a determinação do risco de extinção de uma espécie é definida com base em dados sobre a distribuição geográfica, reprodução, população e características das espécies, em resposta às alterações do meio ambiente, incluindo impactos antrópicos.

No Brasil, o processo de avaliação nacional foi executado conforme diretrizes da Instrução Normativa do ICMBio n.º 34, de 2013, atualizadas pela Instrução Normativa ICMBio n.º 09, de 2020 (ICMBIO, 2020), com especial referência ao Sistema de Avaliação do Estado de Conservação da Biodiversidade do ICMBio (Salve).

O processo de avaliação do risco de extinção da fauna brasileira, coordenado pelo ICMBio, teve seu primeiro ciclo iniciado em 2009 e foi finalizado em 2014. Foram avaliadas 12.254 espécies (8.922 vertebrados e 3.332 invertebrados), em 73 oficinas de trabalho, com a participação de mais de 1.270 especialistas da comunidade científica brasileira e estrangeira, provenientes de mais de 250 instituições (ICMBIO, 2018). O segundo ciclo do processo

de avaliação foi iniciado em 2015, agregando a avaliação de novos grupos de invertebrados e de vertebrados recém-descritos, ou de espécies com registros inéditos para o Brasil, e a reavaliação de todas as espécies avaliadas no ciclo anterior, com o acréscimo das informações produzidas nos últimos anos (SOUZA *et al.*, 2018). Em 2020, mais de 8 mil espécies já tinham sido avaliadas, com a perspectiva de um total de 14 mil espécies com seu risco de extinção avaliado no final desse novo ciclo.

Espécies ameaçadas

Espécies da flora ameaçadas

As atuais extinções documentadas vêm sendo causadas principalmente pela ação humana. Embora extinção seja um processo natural, e cerca de 99% das espécies que evoluíram na Terra terem sido extintas (NOVACEK, 2001), o crescimento da população e sua exuberante demanda por recursos naturais aceleraram a extinção a taxas de 100 a 1.000 vezes superiores à taxa normal de extinção (*background rate*), observada ao longo da história geológica da Terra (CEBALLOS *et al.*, 2015). Essas taxas de perda de biodiversidade, sem precedentes, levaram cientistas a declarar a sexta era de extinção em massa (BARNOSKY *et al.*, 2011; BUTCHART *et al.*, 2010).

Plantas, como alicerces da maioria dos ecossistemas terrestres, não fogem a essa tendência (BRUMMITT *et al.*, 2015), mas, muitas vezes, recebem menos atenção do que outros grupos biológicos, como grande parte dos vertebrados. Entretanto, em 1992, relatório publicado pelo *World Conservation Monitoring Centre* (WCMC) coligiu estimativas relacionadas ao número de espécies de plantas que se esperava que estivessem extintas até 2015, com números variando de 27.370 (MYERS, 1988) a algo entre 7.820 e 31.280 espécies extintas (REID, 1992; WILSON, 1988). Em contraste, até 2016, a Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da IUCN, doravante a Lista Vermelha da IUCN, indicava somente 139 de quase 21.000 espécies avaliadas como Extintas (EX) ou Extintas na



Natureza (EW), proporção que, atualmente, se mantém ainda muito abaixo do prospectado (a UICN reconhece, em 2021, somente 164 espécies da flora como EX ou EW⁴).

Essa discrepância surpreendente pode ser atribuída tanto a causas ecológicas como práticas. A hipótese de extinção latente, atribuída à defasagem temporal entre extinção ecológica e a completa extirpação, combinada com um potencial longo tempo de relaxamento (DIAMOND, 1972), para grande número de espécies de plantas, reforça a possibilidade de débito de extinção (TILMAN, 1994) entre 20.000 e 30.000 espécies destinadas a se extinguir nos próximos 100 anos (CRONK, 2016). Além de fatores ecológicos, há de se levar em conta a dificuldade que temos em provar a extinção definitiva de espécies da flora, o que pode ser ilustrado pelo grande número de redescobertas realizadas recentemente, na mesma proporção do número estimado de extinções modernas (HUMPHREYS *et al.*, 2019).

Atualmente, as estimativas mais robustas indicam que cerca de 40% da diversidade da flora global, ou seja, 2 em 5 espécies, encontram-se sob risco iminente de extinção (NIC LUGHADHA *et al.*, 2020), e que ao menos 600 espécies de plantas foram extintas desde Lineu (HUMPHREYS *et al.*, 2019). Tal proporção é também explicada quando analisamos os números atuais de espécies ameaçadas listadas pela UICN. Das mais de 50 mil espécies de plantas avaliadas, cerca de 40% estão ameaçadas de extinção (IUCN, 2021).

Destruição de habitat é considerado o principal fator de ameaça e perda da biodiversidade (CHASE *et al.*, 2020). Já na década de 1970, Prance (1977) afirmava que a diversidade nos trópicos se reduz drasticamente diante das circunstâncias prevalentes, e antes de ser feito um inventário básico e, muito menos, estudos biológicos mais aprofundados e modernos. Dessa maneira, perdemos um número significativo da flora nacional, sem realmente

conhecê-la em sua totalidade. Isso ainda sem considerar o impacto projetado potencialmente, exercido pelas mudanças climáticas atualmente verificadas, que, possivelmente, irão alterar as áreas de ocorrência de inúmeras espécies da flora no futuro (GOMES *et al.*, 2019; WARREN *et al.*, 2018), o que, para muitas, pode representar a extinção.

A magnitude emergente da crise de extinção no Antropoceno é inspiração para um grande esforço em avaliar e monitorar o risco de extinção de espécies em todo o mundo (MILLER *et al.*, 2007). Listas vermelhas globais, regionais, nacionais e locais de espécies ameaçadas proliferaram nas últimas quatro décadas (BURTON, 2003). No Brasil, a maior parte dos esforços para a conservação de espécies ameaçadas é direcionada para a inclusão de espécies na Lista Oficial de Espécies Ameaçadas da Flora Brasileira (reconhecidas periodicamente pelos atos normativos federais: Portaria Ibama n.º 37-N/1992; Instrução Normativa MMA n.º 6/2008; Portaria MMA n.º 443/2014).

Listas de espécies ameaçadas têm sido amplamente utilizadas para diversas ações, incluindo: (i) informar e influenciar políticas e a legislação de conservação (nacional e internacional); (ii) estimular a pesquisa e o monitoramento; (iii) estabelecer programas para espécies e/ou habitats; (iv) monitorar o estado da biodiversidade e o estado do ambiente; (v) regular o desenvolvimento e a exploração de recursos naturais; (vi) direcionar áreas geográficas para o planejamento da conservação; (vii) aumentar a consciência pública sobre os impactos humanos na biodiversidade; (viii) auxiliar na definição de prioridades para a alocação de recursos de conservação (MILLER *et al.*, 2007).

A GSPC, visa implementar e adotar metas a serem seguidas pelos países signatários da CDB, da ONU, direcionando os esforços para a conservação. Das metas propostas, o segundo intento propõe avaliar o estado de conservação de todas as espécies de plantas conhecidas,

4. Mais informações podem ser obtidas no site: <https://www.iucnredlist.org/search/stats?searchType=species>.

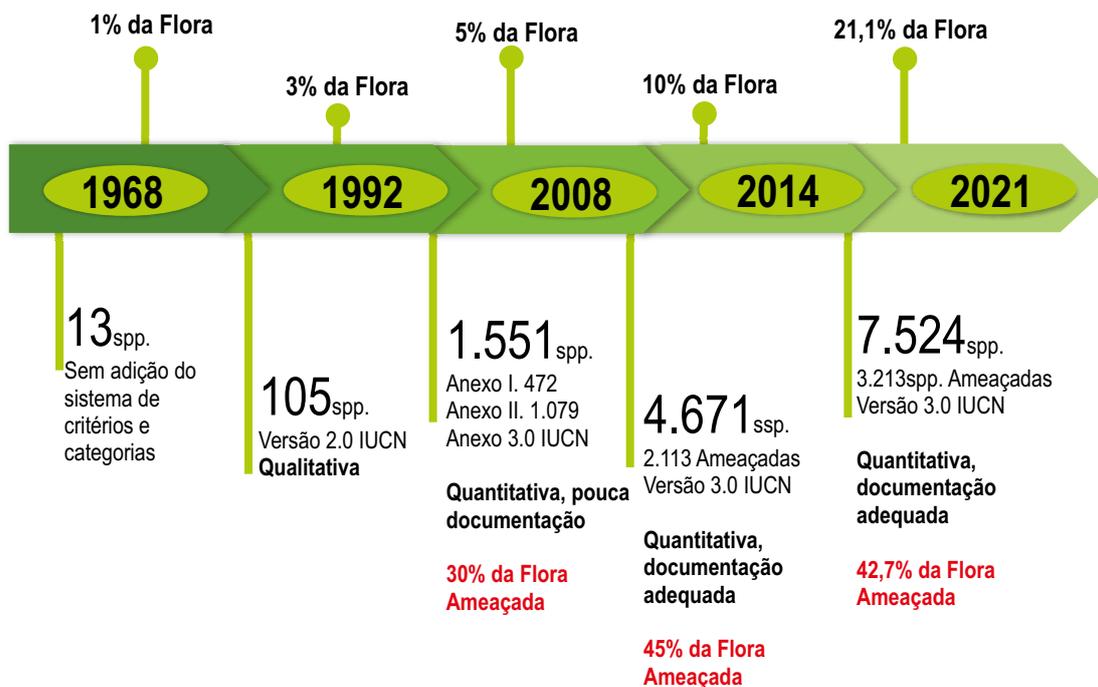


na medida do possível, para orientar ações de conservação. Assim, a avaliação completa de todas as espécies de plantas conhecidas, com um padrão internacional consistente, é o objetivo de longo prazo, para facilitar a ação de conservação.

O Brasil possui um longo histórico em produção de Listas Vermelhas (Figura 12), publicadas de maneira esparsa e adotando, em muitas ocasiões, diferentes sistemas de classificação. Tais listas vêm sendo publicadas desde 1968. Atualmente, as avaliações de risco de extinção da flora brasileira são realizadas

a partir de critérios objetivos, quantificados a partir da melhor informação disponível, cientificamente validada, e diretamente relacionadas à distribuição geográfica, tamanho e dinâmica populacional, extensão e qualidade de habitat e as respectivas respostas desses parâmetros, diante dos vetores de pressão prevalentes (IUCN, 2021). Essas métricas estão estritamente relacionadas à teoria da extinção e correspondem aos melhores parâmetros adotados internacionalmente, para detectar, de forma precisa, o risco de extinção associado à biodiversidade (PURVIS *et al.*, 2000).

Figura 12 – Histórico de publicação de listas vermelhas nacionais.



OBS.: O sistema de critérios e categorias utilizado é a proporção de espécies avaliadas em relação à riqueza total assinalada para o Brasil, no momento da publicação, e a proporção de espécies ameaçadas identificadas entre as espécies avaliadas.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Atualmente, o número de avaliações de espécies realizadas pelo Centro Nacional de Conservação da Flora (CNCFlora) do JBRJ, corresponde a 9.108, incluindo 438 reavaliações e desconsiderando a validade taxonômica atual das espécies submetidas ao processo, ou seja, o total de nomes válidos, na ocasião de sua submissão, a procedimentos de avaliação

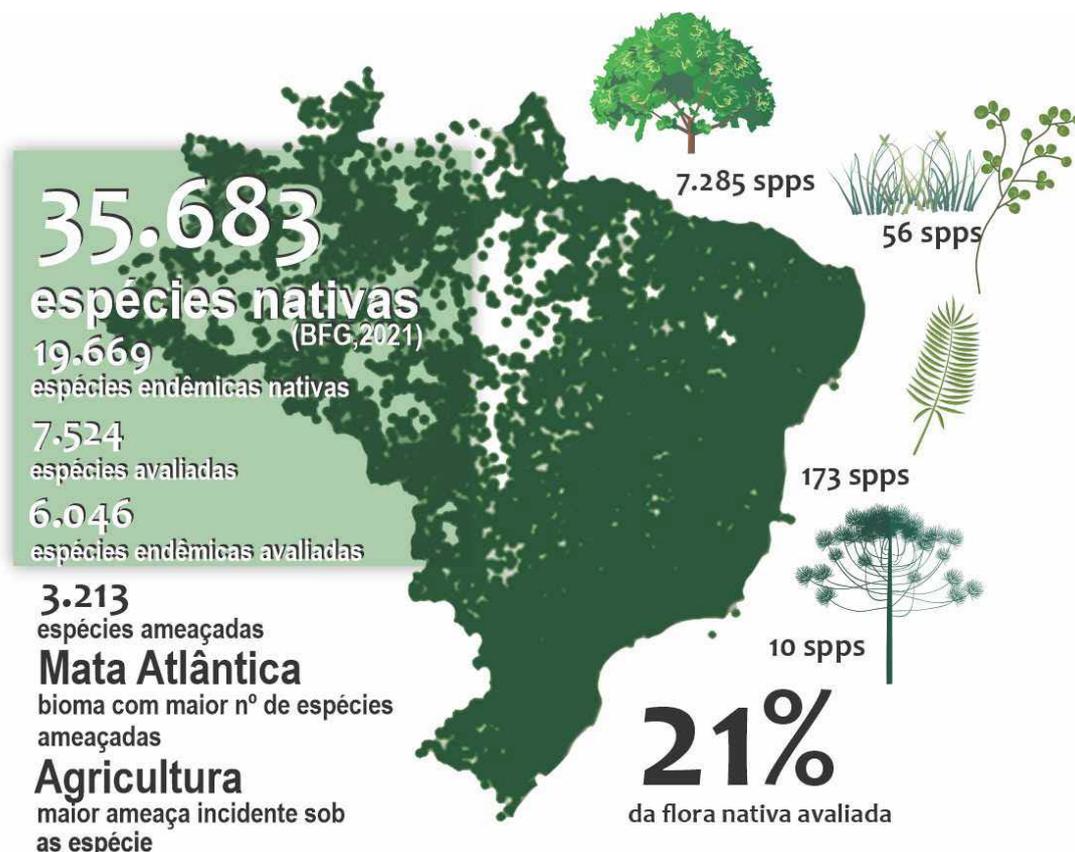
de risco de extinção (Figura 13). Esse valor corresponde ao total acumulado de espécies que foram avaliadas e reavaliadas em toda a trajetória de atuação do Centro, estabelecido em 2008. Os valores de espécies avaliadas atualmente, válidas taxonomicamente, assim como os números de categorias atribuídas, podem ser visualizados a seguir.



Encontram-se avaliadas 7.524 espécies da flora terrestre brasileira, cujas hipóteses taxonômicas são consideradas válidas pela Flora do Brasil (2020) e correspondem a grupos de plantas conhecidos como briófitas, samambaias,

licófitas, gimnospermas e angiospermas (Figura 13 e Tabela 4). O resultado de espécies avaliadas atualmente, segundo os últimos tratamentos apresentados pela Flora do Brasil (2020), equivale a cerca de 21% da flora listada (BFG, 2021).

Figura 13 – Panorama geral da avaliação de risco de extinção da flora do Brasil.



Fonte: JBRJ, 2021 (Figuras adaptadas).

Tabela 4 – Número de espécies, por categoria da IUCN, classificadas por endêmicas ou não endêmicas, conforme a base de dados da Flora do Brasil, 2020.

Categoria	Endêmica	Não endêmica	N/A	Total geral
Dados deficientes (DD)	1.051	184	12	1.247
Criticamente em Perigo – possivelmente extinta (CR*)	3	0	0	3
Criticamente em Perigo (CR)	645	33	4	682
Em perigo (EN)	1693	141	13	1.847
Vulnerável (VU)	598	78	5	681
Quase ameaçada (NT)	388	62	1	451
Menor preocupação (LC)	1.668	927	18	2.613
Total	6.046	1.425	53	7.524

OBS.: As espécies que não tiveram sua distribuição confirmada pela base de dados foram classificadas como N/A.

Fonte: Flora do Brasil, 2020.



Mesmo apresentando um número de avaliações de risco que ainda subestima a riqueza de espécies de plantas ocorrentes no Brasil, além de um grande impeditivo taxonômico, diante das constantes recircunscções nos limites das entidades biológicas consideradas e das constantes descrições de espécies novas, os valores se assemelham com os das listas vermelhas de outras regiões do globo.

Ao todo, mais de 6.000 espécies endêmicas tiveram categoria atribuída e 48% se encontram em categoria de ameaça (CR, EN e VU), incluindo três espécies declaradas como possivelmente extintas (CR). Considerando ainda as espécies endêmicas, cerca de 17% foram consideradas como Dados Insuficientes (DD). Por fim, 34% das espécies endêmicas são encontradas fora da categoria de ameaça, perfazendo 27% na categoria de Menor Preocupação (LC), e 6% na categoria Quase Ameaçada (NT).

Destacam-se, ainda, mais de 1.000 espécies avaliadas como Dados Insuficientes (DD), o que corresponde a 17%. Uma espécie pode ser considerada como DD quando ainda não há consenso sobre seu conceito taxonômico ou, na maioria dos casos, quando os dados disponíveis para avaliação da espécie são insuficientes devido à falta de trabalho de campo recente ou dados de monitoramento. A falta de dados suficientes para avaliar o status de conservação de muitas espécies reforça os grandes déficits do conhecimento da biodiversidade no País. Ainda carecemos de informações sobre o número de espécies que realmente temos (déficit Lineano), a distribuição geográfica de taxa (déficit Wallaceano) e informações sobre a abundância e dinâmica populacional das espécies (déficit Prestoniano) (HORTAL *et al.*, 2015; OLIVEIRA *et al.*, 2016). Minimizar os efeitos dessas lacunas de conhecimento é de vital importância para a produção de uma lista vermelha mais robusta, aumentando a eficiência na proteção das espécies.

O número de espécies não endêmicas avaliadas é menor quando comparado às espécies endêmicas. Até o momento, 1.425 espécies foram avaliadas, das quais 17% encontram-se em categoria de ameaça (CR, EN e VU) ou, possivelmente, Extinta (CR). Entre as espécies que foram atribuídas a categorias não ameaçadas, 65% encontram-se como Menor Preocupação (LC) e cerca de 4% como Quase Ameaçadas (NT). Ressalta-se que 53 espécies não apresentam distribuição confirmada na Flora do Brasil (2020), mas foram avaliadas e tiveram suas categorias atribuídas, uma vez que foram consideradas presentes no País em 2013.

Nenhuma espécie foi avaliada Extinta (EX) ou Extinta na Natureza (EW), uma vez que constatações de extinções num País megadiverso como o Brasil ainda são desafiadoras, pois apresenta dimensões continentais e ainda necessita de uma quantidade muito maior de investimento em inventários florísticos. Destaca-se que várias redescobertas de espécies de plantas têm sido relatadas nas últimas décadas (HUMPHREYS *et al.*, 2019; ROSA *et al.*, 2018). Isso não significa que espécies de plantas não estejam sendo extintas, mas ainda não temos evidências suficientes para inferir a extinção das espécies avaliadas.

Ao observar a contagem de espécies avaliadas em relação ao grupo taxonômico (Tabela 5), as angiospermas apresentam maior número, 7.285 espécies, correspondendo a 22% das espécies com flores listadas na base de dados da Flora do Brasil 2020 (BFG, 2021). No caso das gimnospermas, somente 10 espécies das 23 espécies conhecidas foram avaliadas, representando 43% das espécies da flora do Brasil. As samambaias e as licófitas apresentam 173 espécies com categorias atribuídas, correspondendo a 12% do total de espécies para o Brasil. Por fim, as briófitas possuem somente 56 espécies avaliadas, perfazendo 3% das espécies listadas na Flora do Brasil 2020 (BFG, 2021).



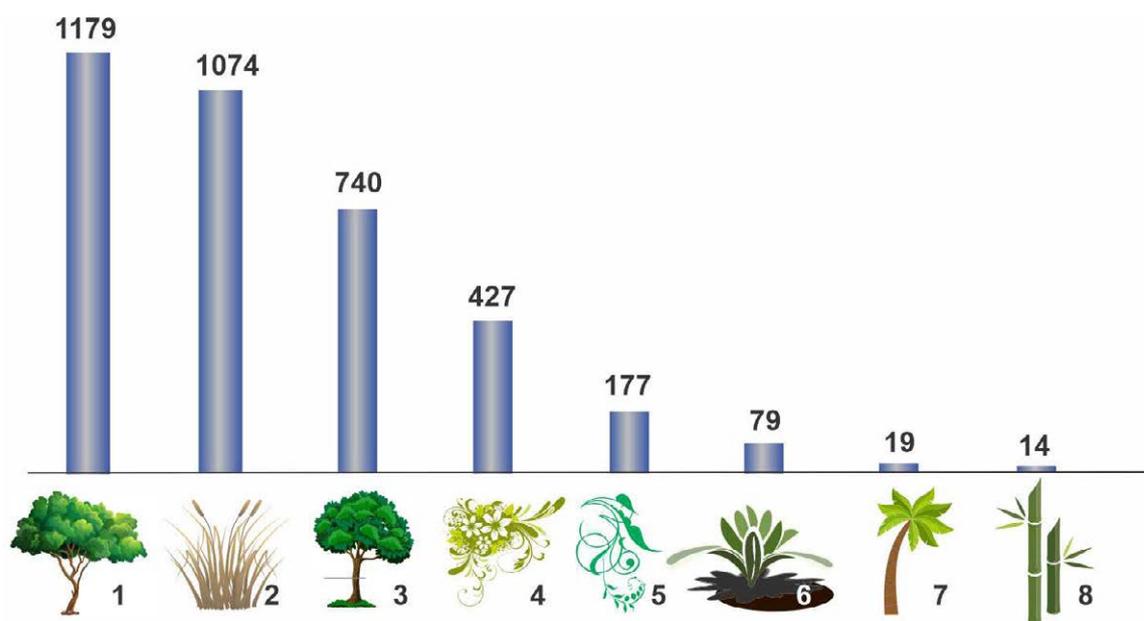
Tabela 5 – Número de espécies avaliadas, por grupo taxonômico.

Grupo	Presentes no BGF 2021	Espécies avaliadas pelo CNCFlora	Proporção avaliada
Angiospermas	32.696	7.285	22.3%
Samambaias e licófitas	1.380	173	12.5%
Briófitas	1.584	56	3.5%
Gimnospermas	23	10	43.5%

Fonte: BGF, 2021.

Do total de avaliações de risco de extinção, por forma de vida (árvores, arbustos, subarbustos, ervas, lianas, suculentas, palmeiras, bambus etc.), é notório o avanço obtido nos últimos anos em relação à disponibilidade de avaliações de risco de extinção de espécies arbóreas (MARTINS *et al.*, 2015). Atualmente, reconhece-se o risco de extinção de 1.179 espécies predominantemente

arbóreas, 1.074 de ervas, 740 de arbustos, 427 de subarbustos, 177 de lianas, 79 de suculentas, 19 de palmeiras e 14 espécies de bambus (Figura 14). Vale ressaltar que o avanço obtido nos últimos anos em relação a avaliações de risco de extinção de árvores se deu, em parte, por mais disponibilidade de financiamento, também por representar grupo de elevado interesse econômico.

Figura 14 – Total de avaliação de risco por forma de vida.

OBS.: 1. Árvore; 2. Erva; 3. Arbusto; 4. Subarbusto; 5. Liana; 6. Suculenta; 7. Palmeira; 8. Bambu. Nota-se que uma espécie pode apresentar, eventualmente, mais de uma forma de vida.

Fonte: JBRJ, 2021 (Figuras adaptadas).

Ao considerar o número de espécies, por biomas brasileiros, a Mata Atlântica possui o maior número de espécies avaliadas, com 4.864, das quais 43% estão em alguma categoria de ameaça. Em sequência, o Cerrado, com 2.137 espécies avaliadas, e a Amazônia, com 1.610 espécies avaliadas, representando, respectivamente, 30% e 13% das espécies ameaçadas de extinção, nas diferentes categorias (Tabela 6). Esses resultados

indicam que o número de espécies avaliadas está especialmente associado a biomas terrestres mais diversos (BFG, 2021). No entanto, não se pode desconsiderar que o esforço de avaliação pode estar ligado a biomas com maior esforço amostral, ou grupos tradicionalmente mais estudados, ou grupos de maior importância econômica, como as angiospermas.



Tabela 6 – Número de espécies avaliadas e ameaçadas, por bioma.

Bioma	Presentes no BFG 2021	Espécies avaliadas		Espécies ameaçadas
		Absolutos	Proporção	
Amazônia	13.056	1.610	12%	216
Caatinga	4.963	827	17%	249
Mata Atlântica	17.150	4.864	28%	2.099
Cerrado	12.829	2.137	17%	786
Pantanal	1.682	167	10%	24
Pampa	2.817	408	14%	114

OBS.: De acordo com a BFG (2021), espécies podem ocorrer em mais de um bioma.

Fonte: BFG, 2021.

Os estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais, Bahia, Espírito Santo e São Paulo apresentam o maior número de espécies ameaçadas (Tabela 7). Esses resultados podem ser justificados pela ocorrência geográfica dos estados, na Mata Atlântica, bioma com o maior número de

espécies e espécies ameaçadas de extinção. Entretanto, esforços históricos como o “Livro Vermelho da Flora Endêmica do estado do Rio de Janeiro” (MARTINELLI *et al.*, 2018), contribuem com a primeira posição do estado em números de espécies ameaçadas.

Tabela 7 – Número de espécies ameaçadas em cada estado brasileiro e no Distrito Federal.

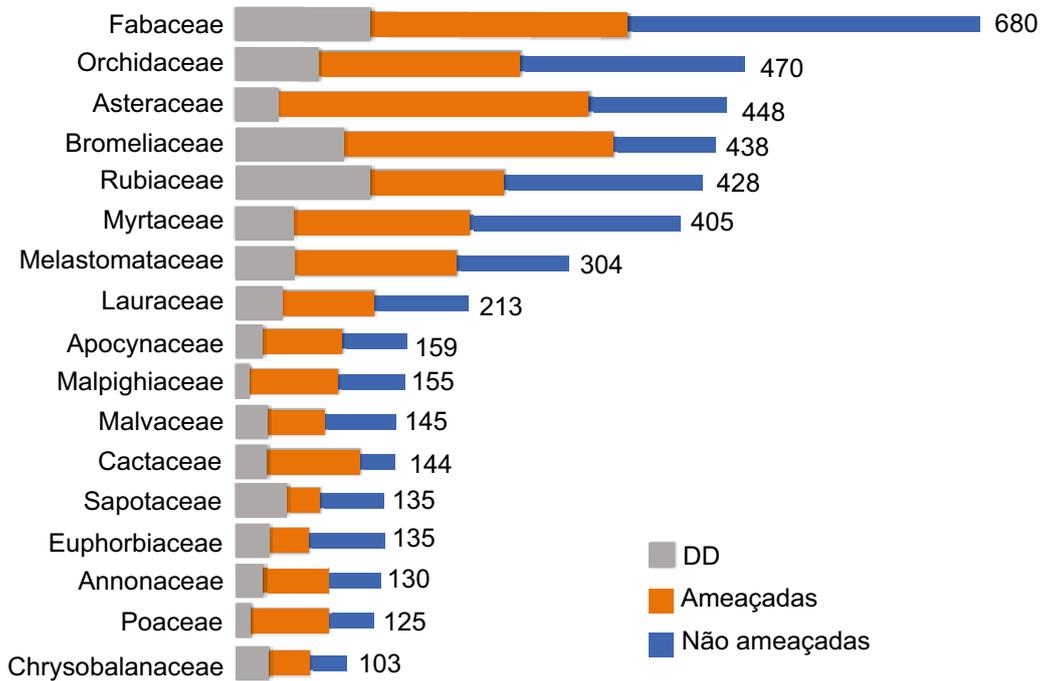
Estado	Rio Grande do Norte	Roraima	Amapá	Paraíba	Piauí	Sergipe	Ceará	Maranhão	Alagoas
Espécies ameaçadas	16	21	27	30	31	33	34	35	44
Estado	Acre	Rondônia	Tocantins	Distrito Federal	Mato Grosso do Sul	Pernambuco	Mato Grosso	Pará	Amazonas
Espécies ameaçadas	44	48	49	59	74	90	105	111	159
Estado	Goiás	Rio Grande do Sul	Santa Catarina	Paraná	São Paulo	Espírito Santo	Bahia	Minas Gerais	Rio de Janeiro
Espécies ameaçadas	166	249	265	309	506	581	681	911	989

Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Entre as famílias de Angiospermas com mais de 100 espécies ameaçadas (Figura 15), destacam-se Asteraceae (282), Bromeliaceae (247), Fabaceae (233), Orchidaceae (183),

Myrtaceae (160), Melastomataceae (160) e Rubiaceae (123). Essas são também as famílias botânicas com maior número de avaliações e maior número de espécies no Brasil.



Figura 15 - Famílias com mais de 100 espécies ameaçadas de extinção.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Em relação aos principais vetores de pressão, que se traduzem em ameaças às espécies da flora, avaliada quanto ao risco de extinção, os eventos mais frequentemente documentados estão associados à: (i) Agricultura e aquicultura, em várias escalas e intensidades, incluindo pecuária; (ii) Desenvolvimento residencial e comercial; (iii) Exploração e extração de madeira; (iv) Produção de energia e mineração; (v) Incêndio e supressão de incêndio, como evidenciado pela mais severa temporada de incêndios do País, documentada nos últimos 47 anos (LAPIG, 2020); (vi) Gestão/ uso de barragens e de água; (vii) Corredores de transporte e serviços que atuam como propulsores de vetores de tensões susceptíveis de acompanhar o estabelecimento de tais infraestruturas, ocasionando fragmentação de habitats, entre outros; (viii) Poluição; (ix) Espécies invasivas e outras espécies problemáticas, genes e doenças; (x) Eventos geológicos.

Vale mencionar os esforços conduzidos de forma independente, no território nacional, para a elaboração de listas vermelhas estaduais. A partir de avaliações de risco de extinção regionais, listas vermelhas específicas para as Unidades

Federativas têm sido publicadas, somando aos esforços nacionais de ampliação de mecanismos de proteção à flora. Estados como Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, por exemplo, contam com listas vermelhas de flora oficialmente reconhecidas. Eventualmente, tais esforços poderiam ser integrados a procedimentos conduzidos nacionalmente, principalmente no que tange à inclusão de espécies endêmicas dos estados ainda não avaliados nacionalmente, uma vez que se somam à lista nacional, de forma objetiva, e aliam-se ao instrumento normativo nacional após ser revisado e chancelado pela autoridade em listas vermelhas do País.

Após 13 anos, desde a criação do CNCFlora, 22% da flora conhecida do Brasil foi avaliada de maneira integral e uma fração ainda menor reavaliada desde 2013, indicando, claramente, algumas das dificuldades enfrentadas nacionalmente para o efetivo alcance da Meta 2 da GSPC. Contrariando previsões anteriores sobre a proporção de avaliações de risco de extinção de espécies da flora brasileira (MARTINS *et al.*, 2018), ainda estamos abaixo do projetado para 2020.



A Lista Vermelha é um poderoso instrumento de apoio à publicação da “Lista Oficial da Flora Ameaçada de Extinção no Brasil”, regulando o uso do solo no País. Embora todas as etapas da elaboração da lista sejam importantes, é urgente que estratégias de otimização e automatização das avaliações sejam oficialmente empregadas, baseadas em uma maior integração com taxonomistas. Esses especialistas botânicos podem contribuir com dados importantes como: (i) inclusão de um sistema de informação de avaliação de risco de extinção; (ii) ampliação de oportunidades de capacitação, em avaliação de risco de extinção, para estudantes, profissionais e especialistas botânicos; (iii) adoção de protocolos de pré-processamento e limpeza de dados robustos e cada vez mais acessíveis; (iv) realização da categorização de risco de extinção, a partir da utilização de algoritmos de inteligência artificial de alta performance.

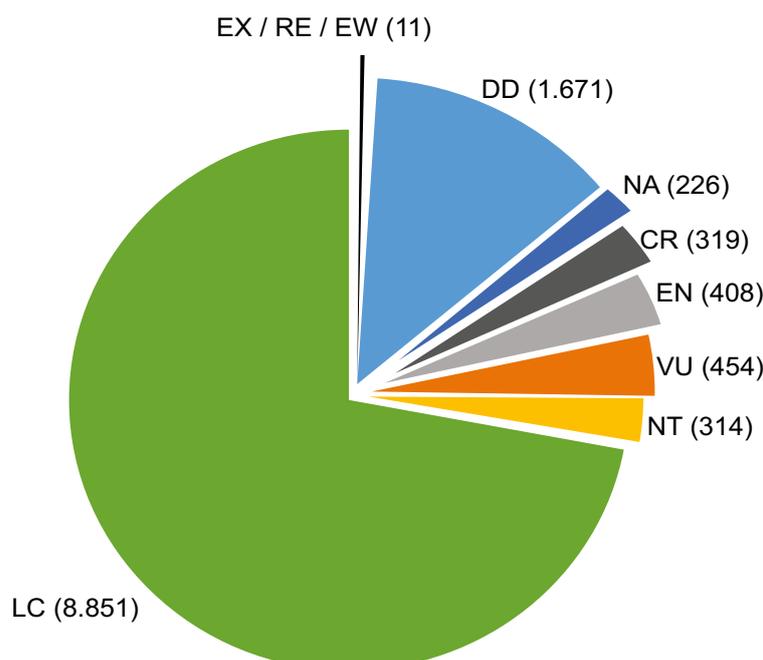
Espécies da fauna ameaçadas

O Brasil teve sua primeira lista de espécies ameaçadas de extinção elaborada em 1968, pelo Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal

(IBDF), na qual constam 44 espécies da fauna (vertebrados) e 13 da flora (Portaria IBDF n.º 303, 1968). A Portaria IBDF n.º 3.481/1973 atualizou essa lista, elevando o número de espécies ameaçadas para 86, incluindo uma espécie de borboleta, um invertebrado. A lista seguinte foi publicada na Portaria Ibama n.º 1.552/1989, sendo posteriormente complementada por outras duas Portarias (Ibama n.º 62 /1997 e Ibama n.º 28-N/1998), totalizando 218 espécies. Essa lista foi a primeira a utilizar a metodologia de avaliação desenvolvida pela UICN. Em 2005, foi publicada nova lista, com 627 táxons da fauna ameaçados, na IN MMA n.º 3 /2003 e MMA n.º 4/2005, e no “Livro Vermelho de Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção” (MACHADO *et al.*, 2008).

Atualmente, o ICMBio coordena o “Processo de Avaliação do Estado de Conservação da Fauna Brasileira” (Figura 16). Todas as 8.818 espécies de vertebrados que ocorrem no Brasil, descritas até meados de 2014, foram avaliadas. Para alguns primatas e aves, foram avaliadas subespécies, totalizando 8.922 táxons de vertebrados, sendo 732 mamíferos, 1.979 aves, 732 répteis, 973 anfíbios e 4.506 peixes. Entre os invertebrados foram avaliadas

Figura 16 – Número de espécies, em cada categoria de risco de extinção, avaliadas no primeiro ciclo do “Processo de Avaliação do Estado de Conservação das Espécies da Fauna Brasileira”, coordenado pelo ICMBio.



Fonte: Souza *et al.*, 2018.



3.332 espécies, sendo 2.423 terrestres, 661 marinhos e 248 de águas continentais (SOUZA *et al.*, 2018).

Dos 12.254 táxons avaliados, 1.182 (9,6%) foram incluídos em alguma categoria de ameaça. Nove desses táxons ameaçados ainda não possuíam nomenclatura e não foram incluídos na lista oficial. Além disso, 226 táxons foram identificados como não elegíveis para a avaliação regional, sendo categorizados como Não Aplicável (NA), por ocorrerem marginalmente ou apresentarem registros ocasionais no Brasil. A maioria dos táxons, 88,4% (10.837), é considerado não ameaçado, sendo 314

qualificados na categoria Quase Ameaçada (NT), 1.671 com Dados Insuficientes (DD) e 8.851 na categoria Menos Preocupante (LC) (SOUZA *et al.*, 2018).

Dez espécies foram consideradas extintas, seja em nível global (Extinta - EX) ou apenas em território brasileiro (Regionalmente Extinta - RE). Algumas dessas espécies desapareceram séculos atrás, enquanto outras foram extintas recentemente. A atual “Lista Nacional de Fauna Ameaçada de Extinção”, oficializada pelo MMA pelas Portarias n.º 444 e 445, de 2014, conta com 1.173 espécies da fauna em alguma categoria de ameaça conforme Tabela 8.

Tabela 8 – Táxons ameaçados constantes nas Portarias MMA n.º 444/2014 e 445/2014.

Grupo Taxonômico	Categoria				Total ameaçadas
	Ameaçadas				
	EW	CR	EN	VU	
Mammalia	-	12	43	55	110
Aves	1	42	71	120	234
Reptilia	-	10	50	20	80
Amphibia	-	18	12	11	41
Myxini	-	-	-	1	1
Elasmobranchii Marinhos	-	27	8	19	54
Elasmobranchii Continentais	-	1	-	-	1
Actinopterygii Marinhos	-	7	6	30	43
Actinopterygii Continentais	-	100	112	98	310
Enteropneusta	-	1	-	-	1
Echinodermata	-	1	1	8	10
Lepidoptera	-	25	26	12	63
Hymenoptera	-	2	9	7	18
Coleoptera	-	7	8	14	29
Ephemeroptera	-	-	2	7	9
Odonata	-	3	5	10	18
Collembola	-	10	2	3	15
Myriapoda	-	5	4	6	15
Crustacea	-	9	13	6	28
Arachnida	-	27	19	7	53
Onychophora	-	2	1	1	4
Braquiopoda	-	-	1	-	1
Mollusca	-	8	9	6	23
Annelida	-	-	2	1	3
Cnidaria	-	-	2	2	4
Porifera	-	1	-	4	5
Total de Espécies	1	318	406	448	1,173

Fonte: Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Volume I. ICMBio, 2018a.



Quanto à distribuição dessas espécies no território brasileiro (Tabela 9), a Amazônia é o bioma com maior riqueza de espécies da fauna, seguido da Mata Atlântica e do Cerrado. A Mata Atlântica é o bioma que apresenta maior número de espécies ameaçadas tanto em números

absolutos quanto em proporção à riqueza dos biomas. Do total de espécies ameaçadas do Brasil, 50,5% se encontram na Mata Atlântica, sendo que 38,5% são endêmicos desse bioma (ICMBIO, 2018).

Tabela 9 – Número de espécies ameaçadas por bioma.

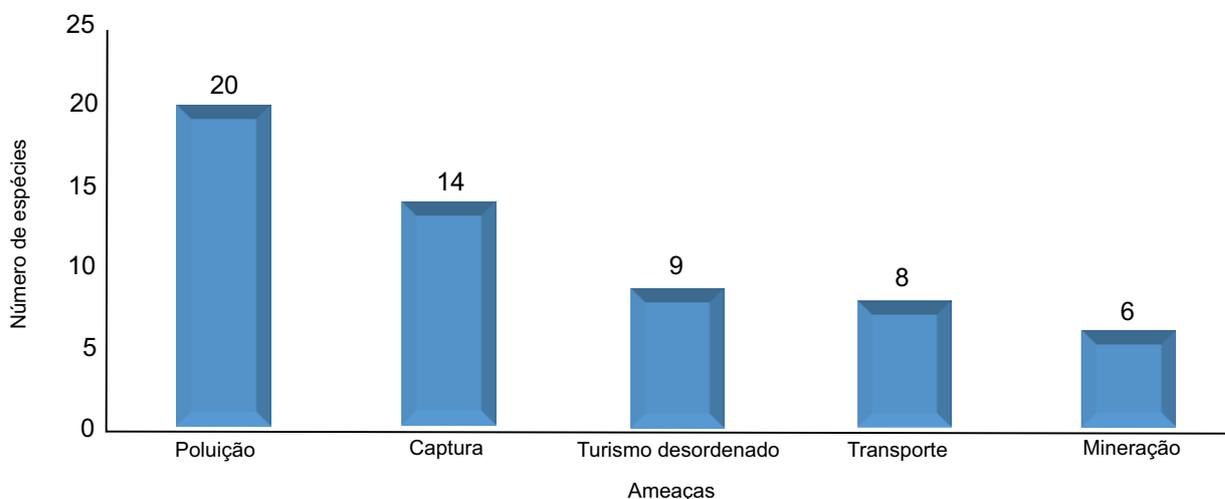
Biomas	n.º de espécies ameaçadas avaliadas	n.º de espécies não ameaçadas avaliadas	Percentual de espécies ameaçadas por bioma
Amazônia	180	5.070	3,55%
Caatinga	125	1.182	10,57%
Cerrado	288	3.167	9,09%
Mata Atlântica	593	4.944	14,66%
Pampa	78	956	8,15%
Pantanal	36	1.236	2,91%
Marinho	160	2.018	7,92%

Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Dos 1.173 táxons ameaçados de extinção, 1.013 (86,4%) são continentais, sendo que 662 ocorrem em ambientes terrestres, 351 em água doce e 160 ocorrem no ambiente marinho (13,6%) (ICMBIO, 2018a). Para os peixes marinhos, a principal ameaça identificada foi a pesca, seja quando a espécie é alvo da pescaria, capturada incidentalmente ou como espécie acessória (comercializada ou descartada). Das

outras pressões observadas para as espécies marinhas, estão as relacionadas à degradação do habitat (Figura 17). Dentre elas estão a poluição, em todas as suas formas, tráfego marítimo, instalação e operação de empreendimentos marinhos como portos, indústria de petróleo e gás, mineração e outros. A ocupação desordenada das áreas litorâneas também foi considerada ameaça significativa à biodiversidade marinha.

Figura 17 - Principais vetores de pressão sobre as espécies marinhas ameaçadas de extinção.



Fonte: ICMBio, 2018a



Das espécies ameaçadas de extinção, 800 possuem ocorrência registrada em unidades de conservação, incluindo os registros de espécies

que ocorrem apenas ocasionalmente nas UC, como as espécies migratórias de aves e cetáceos, como mostra a Tabela 10 (ICMBIO, 2021).

Tabela 10 - Quantidade de espécies ameaçadas, de cada grupo taxonômico, com registro de ocorrências em UC.

Grupos taxonômicos	Anfíbios	Aves	Invertebrados Marinho	Invertebrados Continentais	Mamíferos	Peixes Continentais	Peixes Marinhos	Répteis	Total
Quantidade de táxons ameaçados	30	202	25	174	97	118	91	63	800

Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Com a publicação das listas de espécies ameaçadas da fauna brasileira, em 2014, cuja parte técnica foi conduzida pelo ICMBio, um total de 3.148 espécies de peixes e 248 de invertebrados de água doce tiveram seu estado de conservação avaliado (Tabela 11). Esse trabalho resultou em 312 espécies de peixes e 37 espécies de invertebrados aquáticos

continentais ameaçados de extinção no País. A maior parte desses invertebrados continentais ameaçados possuem distribuição restrita ou habitat muito específico, com destaque para os encontrados apenas em cavernas, incluindo crustáceos, moluscos e uma esponja (BRASIL, 2014b; ICMBIO, 2018).

Tabela 11 – Grupos de peixes e invertebrados aquáticos continentais avaliados e respectivos números de espécies ameaçadas.

Grupo	Avaliadas	Ameaçadas	Ameaçadas/avaliadas (%)
Peixes			
Actinopterygii	3.130	311	9,9
Elasmobranchii	17	1	5,9
Sarcopterygii	1	-	-
Subtotal	3.148	312	9,9
Invertebrados			
Crustacea *	145	26	17,9
Mollusca **	52	9	17,3
Porifera ***	51	2	3,9
Subtotal	248	37	14,9
Total	3.396	349	10,3

OBS.: *Caranguejos, camarões e microcrustáceos; **bivalves; ***esponjas.

Fonte: ICMBio, 2018.



Plano de ação para a conservação e regulação do uso de espécies

Flora nativa

Em 2009, a Diretoria de Pesquisa Científica (Dipeq), por meio do CNCFlora/JBRJ, recebeu a incumbência de coordenar os Planos de Ação Nacionais (PAN) para a conservação da flora brasileira ameaçada de extinção (Portaria MMA n.º 401/2009). Assim, em 2013, o CNCFlora/JBRJ publicou o primeiro “Livro Vermelho da Flora do Brasil” (MARTINELLI; MORAES, 2013), cujas 2.113 espécies ameaçadas de extinção foram, posteriormente, incorporadas na Portaria MMA n.º 443/2014. A partir do reconhecimento oficial das espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção, o CNCFlora/JBRJ passou a elaborar os PAN (DRIVER *et al.*, 2009; IUCN/SSC, 2008; NMFS, 2004; ENVIRONMENT CANADA, 2003) e estabelecer procedimentos metodológicos próprios para atender às especificidades da flora.

O PAN Faveiro-de-Wilson (MARTINS *et al.*, 2014) foi o primeiro sob a responsabilidade do CNCFlora/JBRJ. É um PAN para a espécie *Dimorphandra wilsonii* Rizzini (Fabaceae), cujas razões para a adoção dessa abordagem estão pautadas no iminente risco de extinção e na existência de um grupo de atores envolvidos há mais de 10 anos no programa de manejo e conservação dessa árvore. A partir desse PAN, o CNCFlora/JBRJ passou a conduzir os processos de elaboração, implementação e monitoramento dos PAN, sob uma abordagem territorial (POUGY *et al.*, 2015a, 2015b, 2018). A adoção dessa nova abordagem foi necessária diante do desafio de contemplar todas as espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção, em PAN, e considerando particularidades decorrentes de um País que apresenta território extenso, com número de espécies elevado e crescentes (consequentemente, muitas ameaçadas de extinção) lacunas de conhecimento científico sobre a biodiversidade, além da escassez de recursos humanos e financeiros para a implementação das ações de conservação (POUGY *et al.*, 2015a, 2015b, 2018).

As vantagens na elaboração de PAN territoriais em relação à abordagem por espécie ou por grupos taxonômicos estão relacionadas à otimização de esforços e recursos. No caso dos PAN, as ações são planejadas para combater ou mitigar o efeito negativo dos vetores de pressão incidentes sobre as espécies que ocorrem naquele território. Essa abordagem também permite considerar as peculiaridades regionais no que se refere a aspectos socioeconômicos e vetores de pressão, bem como possibilita o envolvimento de atores locais na sua elaboração e implementação (POUGY *et al.*, 2018, 2015a, 2015b), além de tornar possível o planejamento de ações de conservação mais factuais, exequíveis e coerentes com a realidade local, tornando o PAN um instrumento relevante e estratégico para a conservação das espécies ameaçadas de extinção. Assim, o CNCFlora/JBRJ tem contribuído com as estratégias nacionais de conservação de espécies ameaçadas de extinção, adotadas pelo MMA.

Entre os PAN para a conservação da flora brasileira ameaçada de extinção, em vigência, o CNCFlora/JBRJ coordena o PAN Faveiro-de-Wilson (Portaria JBRJ n.º 101, de 2 de setembro de 2015), PAN Serra do Espinhaço Meridional (Portaria JBRJ n.º 92, de 30 de maio de 2018) e o PAN Grão Mogol-Francisco Sá (Portaria JBRJ n.º 90, de 30 de maio de 2018), todos no Cerrado. No âmbito da Mata Atlântica, o CNCFlora/JBRJ conduziu o processo de elaboração do PAN Flora Endêmica do Rio de Janeiro, coordenado pela Secretaria de Estado do Ambiente e Sustentabilidade do Rio de Janeiro (Resolução Seas n.º 21, de 19 de junho de 2019), e ainda participa do PAN Lagoas do Sul (Portaria ICMBio n.º 751, de 27 de agosto de 2018), coordenado pelo ICMBio, com ações voltadas à conservação da fauna e flora que ocorrem na Mata Atlântica e Pampa. Em conjunto, os cinco PAN contemplam 522 espécies (947 espécies, considerando a Resolução Conema n.º 80/2018, que reconhece as espécies endêmicas ameaçadas de extinção da flora do estado do Rio de Janeiro) das 2.113 espécies da flora ameaçada de extinção, incluindo 507 angiospermas, uma gimnosperma, 13 samambaias e licófitas e uma briófitas.





Fonte: Marcelo Paes

No sentido de minimizar os impactos negativos sobre as espécies ameaçadas, em especial as “Críticamente em Perigo” de extinção e que não possuem instrumentos de conservação, o MMA instituiu, por meio da Portaria MMA n.º 43/2014, o Programa Nacional de Conservação das Espécies Ameaçadas de Extinção (Pró-espécies), definindo os PAN como um dos seus instrumentos. As orientações para a implementação desse Programa estão na “Estratégia Nacional para a Conservação de Espécies Ameaçadas de Extinção”, instituída pela Portaria MMA n.º 444/2018. Sua implementação é viabilizada pelo Projeto Estratégia Nacional para a Conservação de Espécies Ameaçadas de Extinção (Pró-espécies: todos contra a extinção), sob a coordenação do Departamento de Espécies (Desp/SBio/MMA) e desenvolvido em parceria com JBRJ, ICMBio, Ibama e 13 Órgãos Estaduais de Meio Ambiente (Oemas).

Fauna nativa

O Brasil, enquanto signatário da CDB, assumiu o compromisso de incorporar nas políticas públicas ações concretas e permanentes para reverter o quadro de perda e degradação da megabiodiversidade brasileira. É nesse cenário que se inserem os “Planos de Ação para Conservação

de Espécies Ameaçadas”⁵, cujo propósito é identificar e priorizar ações para melhorar a situação das espécies em risco de extinção.

Inicialmente, o modelo de planejamento para a conservação de espécies ameaçadas, adotado pelo Brasil, foi o proposto em 1986, pela UICN (FULLER *et al.*, 2003; IUCN/SSC, 2008). Até 2009, havia dez planos elaborados para espécies da fauna, seguindo esse modelo consolidado pela UICN (IBAMA, 2004; HUGHES *et al.*, 2006; IBAMA, 2006; PAULA *et al.*, 2007; ICMBIO, 2008a, 2008b, 2008c; ROCHA-CAMPOS; CÂMARA, 2011; BATAUS; REIS, 2011).

Entretanto, na medida em que os planos foram sendo implementados, ficou claro que, embora a estratégia de elaboração de planos de ação fosse funcional, sua condução, baseada no modelo da IUCN, não permitiria contemplar em curto ou médio prazo a totalidade de espécies de animais e vegetais ameaçadas, constantes das listas oficiais vigentes (MMA, 2003; 2004; 2008), tornando as metas pactuadas junto à CDB intangíveis para o Brasil. Adicionalmente, por falta de meios para acompanhar a execução dos planos, de forma adequada, não foi possível avaliar de forma mais acurada se o planejamento estava contribuindo para reduzir as ameaças que afetam as espécies.

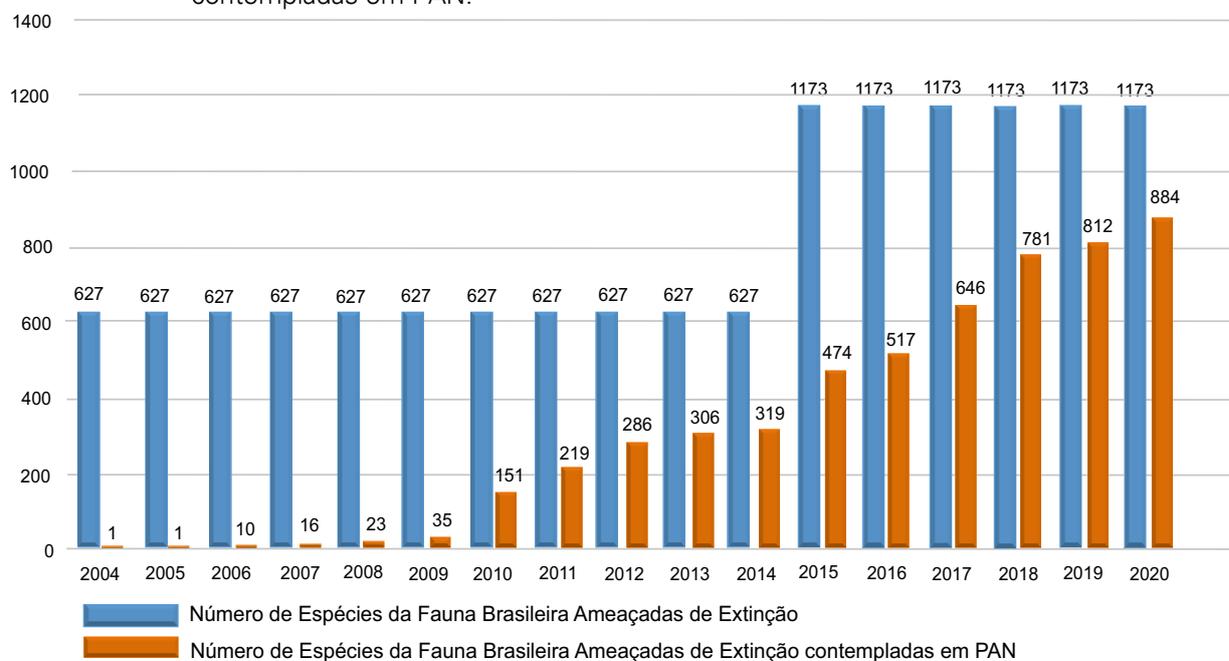
5 Mais informações podem ser obtidas no *site*: www.icmbio.gov.br/pan.



A partir de 2010, o ICMBio remodelou a ferramenta e incorporou novas premissas e uma visão de projeto ao modelo de planejamento. Entre os avanços, está a adoção de um sistema participativo e estruturado no estabelecimento de consensos, que gerou apropriação por parte daqueles envolvidos na construção do plano, permitindo agregar novos parceiros, ao longo da sua implementação, formando uma extensa rede de colaboradores para executar e acompanhar as ações de conservação. Além disso, a ampliação da representatividade dos diversos

setores na construção e no desenvolvimento do plano proporcionou maior agregação de valores, conhecimentos e experiências. Por fim, essa ferramenta incorporou uma rotina de acompanhamento anual para aferição do alcance dos resultados e promoção de ajustes. Os ganhos foram expressivos. Ao longo da última década, foi observado aumento no número de espécies contempladas nos PAN (Figura 18) e na capacidade de execução das ações, geração de produtos e, sobretudo, envolvimento da sociedade no processo de conservação.

Figura 18 – Série temporal do número de espécies da fauna ameaçadas de extinção, contempladas em PAN.



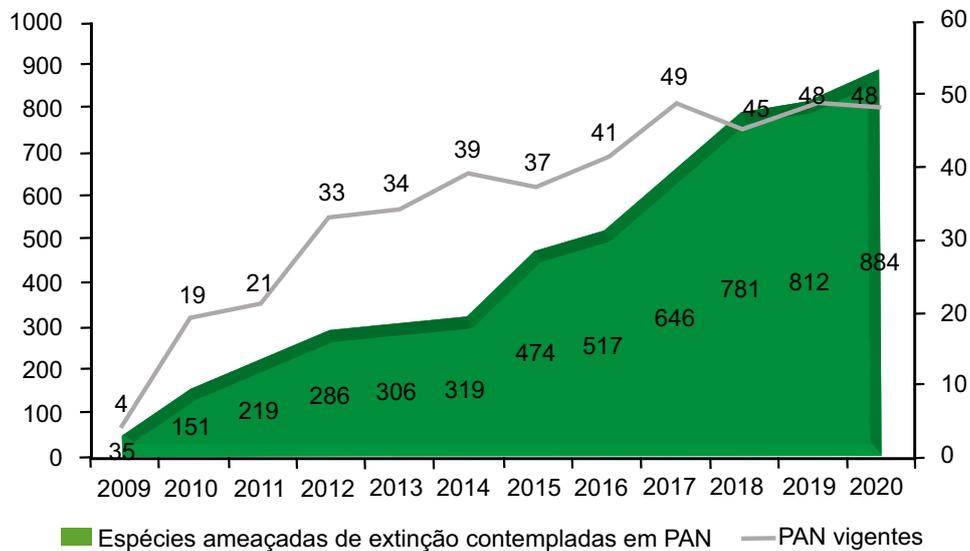
Fonte: ICMBio, 2021.

Além do aprimoramento metodológico, também foi importante estabelecer um arcabouço normativo vinculado aos compromissos internacionais assumidos pelo Brasil, entre os quais se destaca a aprovação do “Plano Estratégico de Biodiversidade”, vinculado às metas da CDB, que possui, entre suas metas, reduzir a extinção de espécies e melhorar seu estado de conservação (Meta 12). O Brasil estabeleceu o “Pró-espécies” (Portaria MMA n.º 43/2014) para o auxílio no cumprimento dessas metas. O Pró-

espécies define o ICMBio como a instituição responsável pelos planos para a fauna, e o JBRJ como responsável pelos planos para a flora. Para isso, o ICMBio conta em seu organograma com os Centros Nacionais de Pesquisa e Conservação (CNPC), que entre outras atribuições, são os protagonistas do processo de planejamento, elaboração e acompanhamento dos PAN. Atualmente, o ICMBio coordena 48 PAN, contemplando 884 das 1.173 espécies da fauna ameaçadas de extinção, conforme Figura 19.



Figura 19 – Número de espécies da fauna ameaçadas de extinção, em relação ao número de PAN na última década.

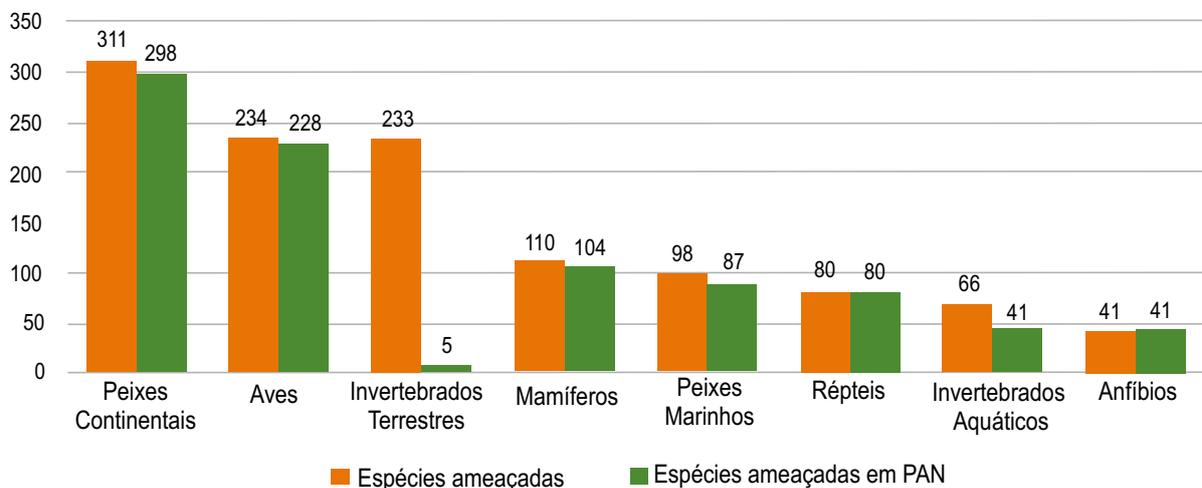


Fonte: ICMBio, 2021.

Do total de 233 invertebrados terrestres ameaçados, apenas cinco estão abrangidos em PAN. Entretanto, a elaboração de dois novos PAN: PAN Insetos Polinizadores e PAN Cavernas do Brasil, contribuirá para equacionar parte dessa limitação. O desenvolvimento de estratégias para grupos de invertebrados é um dos maiores desafios para que 100% das espécies ameaçadas da fauna estejam contempladas em PAN (Figura 20).

A manutenção da rede de colaboradores e o aprimoramento constante da ferramenta são atividades prioritárias, especialmente quando considerada a melhoria na capacidade de execução das ações de conservação previstas nos PAN e, conseqüentemente, o impacto destas ações sobre as espécies e sua efetividade em reduzir o risco de extinção.

Figura 20 – Número de espécies da fauna ameaçadas de extinção, contempladas em PAN por grupo taxonômico.



Fonte: ICMBio, 2021.





Fonte: Vinicius Mendonça/Ibama

Espécies exóticas e invasoras

A infraestrutura legal e a política de prevenção, controle e erradicação de espécies exóticas invasoras ainda estão sendo concebidas ou aprimoradas na maioria dos países, já que são inúmeros os elementos a serem considerados por parte da sociedade civil, setor privado, setor governamental e terceiro setor. A criação de uma estratégia para espécies exóticas invasoras deve ser, de fato, tratada em nível nacional e regional, englobando elementos que envolvam prevenção, controle, capacitação técnica, criação de marcos legais e políticas públicas, educação, pesquisa, financiamento e gestão integrada entre diversos setores da sociedade e ministérios (ZALBA; ZILLER, 2007).

Em 2010, durante a 10ª Conferência das Partes da CDB, realizada em Nagoya/Japão, foi aprovado o “Plano Estratégico de Biodiversidade” para o período de 2011 a 2020, e como signatário do acordo, o Brasil se comprometeu a implementá-lo. As 20 metas aprovadas ficaram conhecidas como Metas de Aichi, e a Meta 9, em específico, tem como objetivo identificar e priorizar as espécies exóticas invasoras e seus vetores, para controle e erradicação. Essa temática também está presente nos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), mais especificamente no ODS-15, que tem como finalidade a preservação dos ecossistemas terrestres, das florestas e da biodiversidade, e dedica uma de suas metas para que os países atuem na prevenção de novas

introduções, redução dos impactos ambientais causados pelas espécies exóticas invasoras, e controle e erradicação das espécies prioritárias (UNGA, 2015).

Em 2017, foi instituída a Câmara Técnica sobre Espécies Exóticas Invasoras, no âmbito da Comissão Nacional da Biodiversidade (Conabio), com as finalidades de:

- I – integrar os setores público e privado na proposição de estratégias para a prevenção, controle, monitoramento e erradicação de espécies exóticas invasoras, bem como a mitigação de seus impactos;
- II – analisar e acompanhar a revisão da Estratégia Nacional sobre Espécies Exóticas Invasoras e propor instrumentos para sua implementação;
- III – recomendar à Conabio, ações para a prevenção, controle, monitoramento e erradicação de espécies exóticas invasoras, em consonância com os acordos internacionais já firmados (CONABIO, 2017).

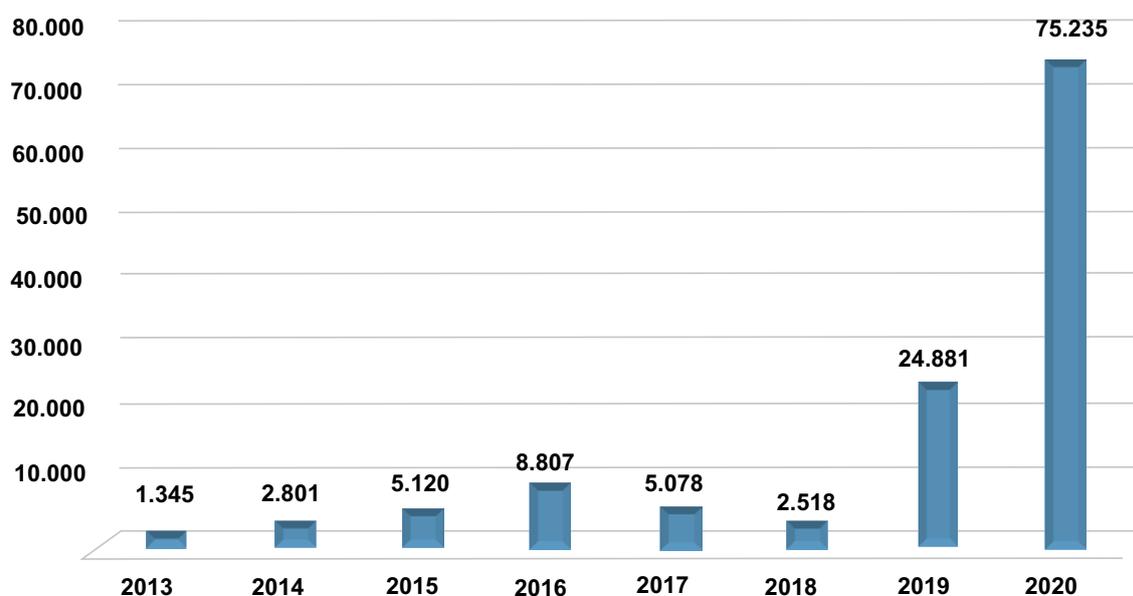
A Estratégia Nacional sobre Espécies Exóticas Invasoras, publicada em 2018, tem como objetivo orientar a implementação de medidas, para evitar a introdução e a dispersão das espécies exóticas invasoras, bem como reduzir, significativamente, o impacto sobre a biodiversidade brasileira e serviços ecossistêmicos, controlando-as ou erradicando-as



(CONABIO, 2018). Dentre seus instrumentos, está a implementação da Estratégia Nacional, os PAN de Prevenção, Erradicação, Controle e Monitoramento de Espécies Exóticas Invasoras, além da criação dos sistemas de detecção precoce/resposta rápida, análises de risco e construção de uma base de dados integrada. Ainda em 2018, o Plano de Implementação da Estratégia Nacional, para o período 2018-2024, foi aprovado pela Portaria SBio/MMA n.º 3, de 16 de agosto de 2018, abrangendo os articuladores, colaboradores e prazos para a execução de cada uma das ações prioritárias. Ao final desse período, ocorre a avaliação e se inicia a elaboração de um novo plano para o próximo ciclo.

Um marco importante nessa agenda foi a autorização para o controle populacional do javali (*Sus scrofa*) em todo o território nacional (Instrução Normativa Ibama n.º 03/2013). Como resultado desse novo instrumento normativo, já foram abatidos no País, entre janeiro de 2013 e dezembro de 2020, 125.785 animais (Figura 21), sendo a grande maioria nas regiões Sul e Sudeste (IBAMA, 2018). Em 2019, com a implementação do Sistema de Manejo de Fauna (Simaf) e a migração de todo o processo autorizativo para uma plataforma virtual, o controle da espécie foi aprimorado, refletindo diretamente no número de animais abatidos.

Figura 21 – Total de javalis abatidos por ano no Brasil entre 2013 e 2020.



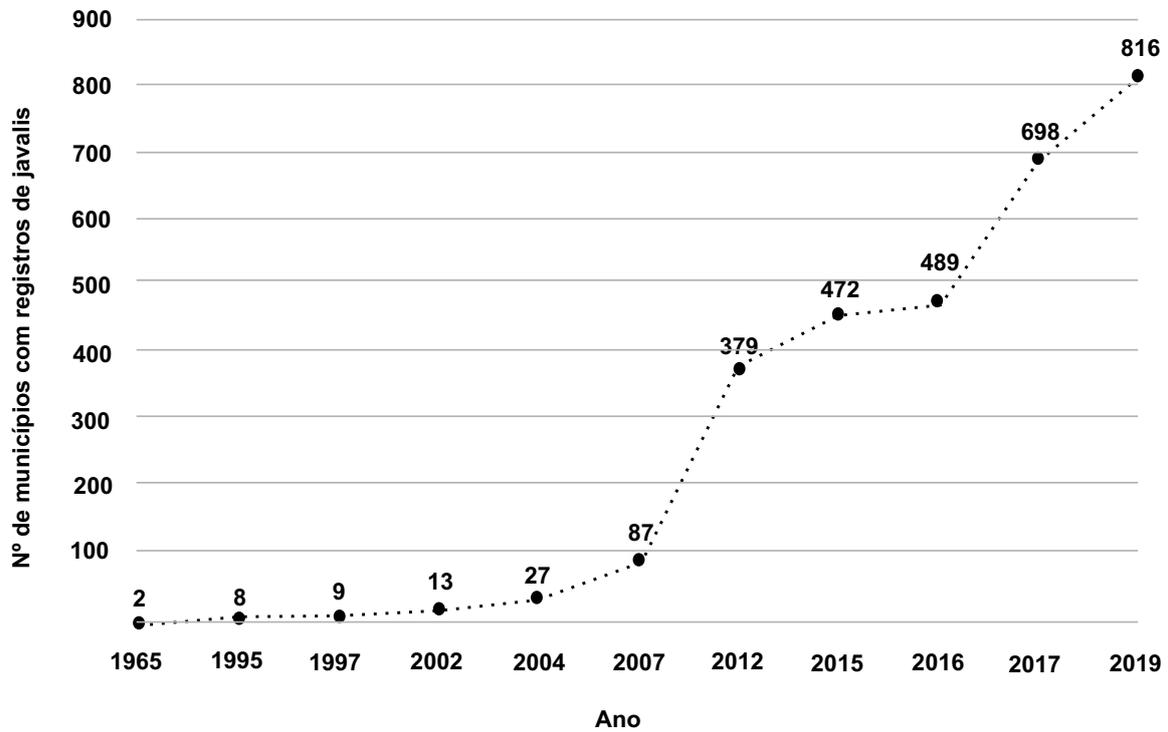
Fonte: IBAMA, 2018; IBAMA, 2021.

Mesmo com o crescente número de abates, o javali continua em plena expansão no Brasil, sendo registrado, em 2019, em 1.536 municípios pertencentes aos estados do Acre (4), Amazonas (7), Bahia (52), Ceará (8), Distrito Federal, Espírito Santo (7), Goiás (86), Maranhão (21), Minas Gerais (198), Mato Grosso do Sul (71), Mato Grosso (51), Pará (7), Paraíba (5),

Pernambuco (6), Piauí (15), Paraná (207), Rio de Janeiro (15), Rondônia (15), Rio Grande do Sul (178), Santa Catarina (123), São Paulo (439) e Tocantins (20) (BATISTA, 2019). As Figuras 22 e 23 explicitam essa problemática, evidenciando a necessidade de uma maior integração entre os diversos órgãos de Governo e demais atores envolvidos para o controle efetivo da espécie.

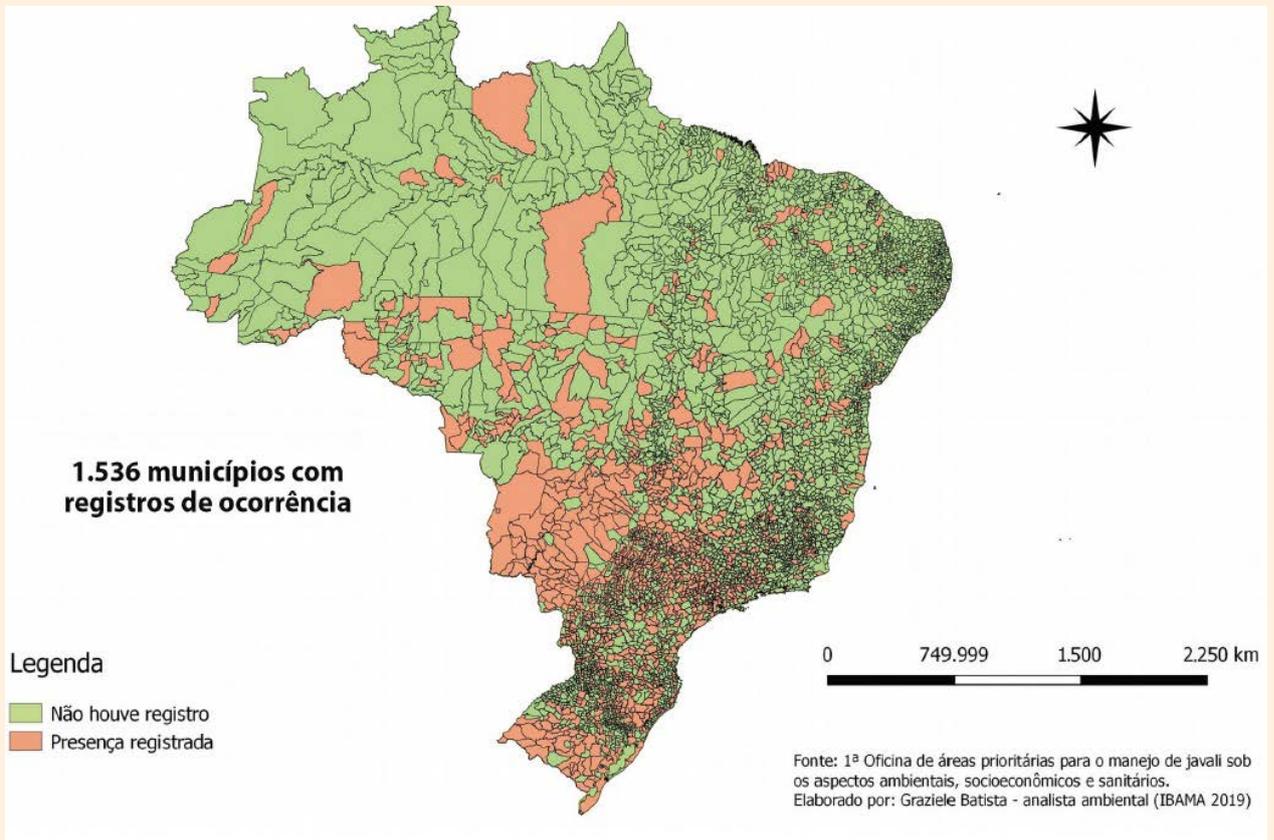


Figura 22 – Número de municípios brasileiros com presença confirmada de populações selvagens do javali (*Sus scrofa*) entre 1965 e 2019.



Fonte: Plano Nacional de Prevenção, Controle e Monitoramento do Javali no Brasil, Ibama, 2019.

Figura 23 - Mapa de registro de ocorrência de javalis nos municípios brasileiros.



Fonte: Batista, 2019.



O Plano Plurianual (PPA) do Governo Federal de 2016-2019 estabeleceu a necessidade de controle e mitigação dos impactos de, ao menos, três espécies exóticas invasoras (javali – *Sus scrofa*, coral-sol – *Tubastraea* spp. e mexilhão-dourado – *Limnoperna fortunei*). Em 2016, foi publicado o primeiro desses planos, o do javali, para conter sua expansão territorial e demográfica no Brasil e reduzir seus impactos, especialmente em áreas prioritárias de interesse ambiental, social e econômico. Para isso, foram estabelecidas diversas ações que devem ser concluídas em janeiro de 2022, sob a coordenação conjunta do Ibama e do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) (IBAMA, 2019).

O Plano Coral-Sol (*Tubastraea* spp.) foi publicado em 2018 e tem como objetivo prevenir a introdução do coral-sol em áreas sem ocorrência, erradicar novos focos, controlar e conter a invasão nas áreas prioritárias para a ação. Para isso, foram definidos nove objetivos específicos relativos à comunicação, sensibilização, arcabouço legal, prevenção, erradicação, controle, monitoramento, pesquisa e capacitação (IBAMA, 2020a).

Ainda em 2018, foi publicado o Plano Mexilhão-Dourado (*Limnoperna fortunei*), com o objetivo de prevenir a dispersão da espécie em áreas não invadidas, bem como conter e controlar as populações nas áreas invadidas. Nesse documento constam, ainda, objetivos específicos relacionados às temáticas: i) educação e sensibilização; ii) capacitação; iii) pesquisa científica; iv) comunicação; v) prevenção e monitoramento; vi) controle e monitoramento; e vii) arcabouço legal (IBAMA, 2020b). Tanto o Plano Coral-Sol quanto o Plano Mexilhão-Dourado só foram implementados em 2019 e suas ações estabelecidas devem ser concluídas ao longo de cinco anos, sob coordenação do Ibama.

Perda de habitat, fragmentação e deterioração dos ecossistemas

O aumento populacional humano tem promovido cada vez mais expressivas mudanças no uso da terra, como maneira de ocupação, implantação de infraestrutura, extração de produtos, produção de alimentos e de energia. Modelos insustentáveis de produção, que levam à fragmentação de ecossistemas, diminuição da funcionalidade de habitats e perda de espécies também interferem com os serviços ecossistêmicos oferecidos pela natureza. Esse impacto pode ser exemplificado em diferentes escalas e em diferentes biomas brasileiros, e são mais evidenciados à medida que novos estudos vão sendo desenvolvidos.

Por exemplo, a floresta amazônica brasileira oferece serviços de provisão dos mais variados, como alimentos e matérias-primas para indústrias como a madeireira, de cosméticos e farmacêuticos. Oferece também serviços de regulação, que controlam ciclos de nutrientes, água e estabilidade climática (CASTRO; ANDRADE, 2016; RENÓ; NOVO; ESCADA, 2016; NOBRE *et al.*, 2016)⁶.

Um estudo sobre o custo econômico do desmatamento da floresta amazônica, considerando a perda de serviços ecossistêmicos, estima uma perda de R\$223 bilhões, a preços de 2013, correspondendo ao período entre 1988 e 2014. Os serviços ecossistêmicos que apresentaram o maior valor monetário de perda, em todos os anos, foram a ciclagem de nutrientes, o controle de erosão e a regulação climática. Os serviços com os menores valores foram os culturais, regulação de distúrbios e regulação de água (CASTRO; ANDRADE, 2016).

6 Mais informações sobre o assunto podem ser obtidas no capítulo “Florestas”.



Estudos das planícies de inundação amazônicas apontam para redução de 70% de habitat de floresta entre 1975 e 2008, principalmente devido à produção de juta e bubalinos (RENÓ; NOVO; ESCADA, 2016). A fragmentação da paisagem resultante teve efeitos na biodiversidade de árvores, aves e mamíferos. A crescente fragmentação também pode afetar a biodiversidade de insetos e, por consequência, os serviços produzidos por eles, como a polinização, o controle biológico e a ciclagem de nutrientes.

Diminuições na riqueza de insetos parasitóides podem levar à emergência de pragas agrícolas (RENÓ; NOVO; ESCADA, 2016). Nobre e colaboradores (2016) também ressaltam os efeitos da perda de biodiversidade para a produção de soluções biomiméticas para a indústria.

No caso da Caatinga, a população faz uso de provisões como lenha e outros produtos florestais, além de empregar vegetação nativa como componente da dieta de cabras (RIBEIRO *et al.*, 2015). Contudo, o distúrbio crônico sofrido pelo bioma, principalmente devido à densidade humana e de gado, tem levado a um empobrecimento da biodiversidade (RIBEIRO *et al.*, 2015). Além disso, mudanças climáticas têm o potencial de alterar o regime de precipitação da região, acarretando a eliminação de espécies, especialmente as raras, que contribuem para a resiliência do ambiente (RITO *et al.*, 2017).

O Cerrado, bioma brasileiro com a maior taxa de desmatamento, também é responsável por diversos serviços ecossistêmicos, entre eles: produção de água; armazenamento e sequestro de carbono; produção de alimentos; e retenção de sedimentos e de nutrientes. A água doce e a mitigação do aquecimento global são alguns dos benefícios do Cerrado, que vão além de seu território (RESENDE *et al.*, 2019).

Contudo, a perspectiva de expansão da produção agrícola no Cerrado, nas próximas décadas, deve reduzir a oferta de serviços ecossistêmicos, bem como alterar sua distribuição espacial (RESENDE *et al.*, 2019)⁷.

Entre os ambientes costeiros, os manguezais são importantes ofertantes de serviços ecossistêmicos, mas que também já sofreram grandes perdas, incluindo extração insustentável de madeira, tal como na Caatinga, e por intervenções de indústrias como a do camarão. Esses ecossistemas oferecem alimento, manutenção de pesca, proteção costeira, purificação de água, controle de erosão, sequestro de carbono, combustível, compostos medicinais e recreação (MALIK; FENSHOLT; MERTZ, 2015; QUEIROZ *et al.*, 2016).

Ademais, outros autores ressaltam a importância dos serviços ecossistêmicos culturais, quais sejam, o relacionamento entre as comunidades locais e os manguezais, que incluem a manutenção de conhecimentos ecológicos tradicionais e a satisfação física e mental (QUEIROZ *et al.*, 2016).

Praias, por sua vez, são conhecidas no Brasil por sua provisão de frutos do mar e turismo. Além disso, elas têm papel de armazenamento e transporte de sedimentos, proteção costeira, filtragem de água e ciclagem de nutrientes (AMARAL *et al.*, 2016). Contudo, praias são altamente susceptíveis aos impactos de interferência humana, como construções, poluição química e orgânica, e o próprio turismo. Atividades portuárias e industriais também podem ser responsáveis por prejudicar a biodiversidade e reduzir a função de serviços ecossistêmicos. As mudanças climáticas também podem afetar esse ambiente no futuro. Por exemplo, mudanças no nível do mar podem erodir o litoral, enquanto as intensificações das chuvas também causam impactos como aumento no despejo de sedimentos no mar, impactando a biodiversidade existente (AMARAL *et al.*, 2016).

7 Mais informações sobre o assunto podem ser obtidas no capítulo “Florestas”.



O pantanal brasileiro é provedor de grande variedade de serviços ecossistêmicos, especialmente os relacionados à provisão e regulação hídrica. Entretanto, esses serviços podem, em breve, estar ameaçados pela intensificação da agricultura, poluição e desmatamento, bem como construção de hidrelétricas (SCHULZ *et al.*, 2015). O desmatamento no planalto do Pantanal provoca transporte de sedimentos para as planícies, interferindo na capacidade de retenção e reciclagem de nutrientes (BERGIER, 2013). A poluição pode chegar a um ponto em que não será possível filtrá-la naturalmente apenas pelo serviço ecossistêmico. Ademais, mudanças climáticas podem tornar inundações e secas mais extremas, reduzindo ainda mais a capacidade de fornecimento de serviços ecossistêmicos, como produção de peixes e fertilização natural de pastos (BERGIER, 2013).

Áreas e ações prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade brasileira

Entre os anos de 1997 e 2000, o MMA fez uma avaliação, por meio de diversas consultas a especialistas e representantes de diversos setores da sociedade, sobre os fatores da dinâmica socioeconômica e as tendências de ocupação humana no território, a fim de que fossem identificadas áreas prioritárias nos biomas brasileiros e na zona costeira e marinha, nos quais esforços de conservação e de promoção à utilização sustentável da biodiversidade pudessem ser centrados.

Como resultado da avaliação, foram lançados os primeiros mapas das “Áreas e Ações Prioritárias para Conservação, Utilização Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade Brasileira”, reconhecidos pela Portaria n.º 126, de 27 de maio de 2004. Desde então, de acordo com o previsto na referida portaria, o MMA passou a ter um instrumento de planejamento que pudesse nortear não só o setor governamental, mas servir de referência ao setor privado e ao setor civil organizado, sobre onde e quais ações deveriam ser

realizadas para o planejamento e a implementação de medidas adequadas voltadas à: i) conservação *in situ* da biodiversidade; ii) utilização sustentável de componentes da biodiversidade; iii) repartição de benefícios derivados do acesso a recursos genéticos e ao conhecimento tradicional associado; iv) pesquisa e inventários sobre a biodiversidade; v) recuperação de áreas degradadas e de espécies sobreexploradas ou ameaçadas de extinção; e vi) valorização econômica da biodiversidade. A cada uma das áreas identificadas como prioritárias, está vinculado um rol de ações previstas para serem implementadas nesses locais, cujos temas vão desde a criação/ampliação de Unidades de Conservação (UC), licenciamento de atividades potencialmente poluidoras, fiscalização, fomento ao uso sustentável, regularização ambiental, até identificação de realização de pesquisas, de educação ambiental e monitoramento, entre outras. Desde a primeira edição, de 2004, já foram realizadas atualizações do instrumento, sendo a primeira pela Portaria n.º 9, de 23 de janeiro de 2007, e a segunda, mais recente, pela Portaria MMA n.º 463, de 18 de dezembro de 2018.

A partir da primeira atualização, as Áreas Prioritárias para a Biodiversidade são definidas utilizando a metodologia do Planejamento Sistemático da Conservação (PSC) (MARGULES; PRESSEY, 2000), que é baseada em um programa de geoprocessamento e de modelagem matemática (método objetivo e eficiente), em um processo participativo com diversos setores da sociedade. De acordo com a metodologia do PSC, um conjunto de informações especializadas sobre ocorrência dos alvos de conservação (espécies ameaçadas de extinção, raras ou endêmicas, ecossistemas terrestres e aquáticos e os serviços ecossistêmicos relevantes para a conservação da biodiversidade existente nestas), informações especializadas de atividades antrópicas (barramentos, estradas, áreas sem cobertura vegetal remanescente, mineração etc.), bem como informações sobre atividades que favorecem a conservação e o uso sustentável da biodiversidade (projetos ambientais, manejo florestal, ecoturismo, entre outros) são processadas de forma a explicitar o melhor conjunto de áreas que consiga abrigar as metas de conservação dos alvos, que são definidos *a priori*, pelos especialistas, com o menor custo possível.





Fonte: Luiz Alfredo Baptista/Batma

Com apoio técnico de instituições especializadas, selecionadas por meio de editais públicos, o MMA realizou os processos de identificação das Áreas Prioritárias para Conservação dos biomas e da Zona Costeira e Marinha, que contou com a participação de especialistas e representantes de setores de Governo, do setor produtivo, da Academia, de povos e comunidades tradicionais e de ONG presentes às oficinas de trabalho, divididas conforme os seguintes temas: i) oficina de definição de alvos e metas de conservação; ii) oficina de custos; iii) oficina de oportunidades; e, iv) oficina final. A Tabela 12 informa as áreas prioritárias em cada um dos biomas e

na Zona Costeira e Marinha. Foi realizado o recorte dos polígonos originais resultantes dos processos de atualização das áreas prioritárias⁸, pela delimitação dos biomas, conforme IBGE (2004). A área ocupada pela Zona Costeira e Marinha desconsidera, portanto, a área costeira existente nos biomas em suas porções terrestres. Assim, a área apresentada neste Capítulo difere da constante do Capítulo Área Costeira e Marinha. Tal recorte foi necessário para evitar a dupla contagem de área, quando dois biomas definiram polígonos de área prioritárias que ultrapassaram os limites dos biomas (pois a unidade de planejamento eram as bacias hidrográficas).

Tabela 12 – Área ocupada pelas Áreas Prioritárias nos biomas e na Zona Costeira e Marinha.

Bioma*	2ª atualização (2016-2018) (área em mil ha)	Percentual ocupado no bioma ou na ZCM
Amazônia	112.508	27%
Caatinga	29.753	35%
Cerrado	73.605	36%
Pantanal	7.514	50%
Mata Atlântica	24.078	22%
Pampa	6.031	34%
Zona Costeira e Marinha**	320.125	64%

*Área do bioma, considerando o mapa de biomas do IBGE (2004).

**Área da zona costeira e marinha, considerada a soma da área coberta pela ZEE, mais a área do limite exterior da plataforma continental e do mar territorial, tendo sido retiradas as áreas de sobreposição com a parte dos biomas terrestres.

Fonte: IBGE, 2004.

8 Mais informações podem ser obtidas no site: <http://areasprioritarias.mma.gov.br>.



RECURSOS GENÉTICOS

Biopirataria

Com o avanço das ferramentas biotecnológicas, e o crescente interesse econômico sobre os ativos da biodiversidade, os recursos genéticos, que antes eram considerados patrimônio da humanidade, passaram a ser apropriados (por meio de instrumentos econômicos de propriedade intelectual, como patentes e outros) por instituições de pesquisa e desenvolvimento tecnológico, levando à exploração econômica de produtos e processos, sem qualquer contrapartida aos países originários desses recursos, gerando, assim, crises diplomáticas ao redor do mundo. A biopirataria, enquanto apropriação indevida dos recursos genéticos e dos conhecimentos tradicionais associados, amplia as desigualdades entre os países provedores de biodiversidade e os detentores de tecnologia e recursos, capazes de transformar esses ativos em produtos de interesse.

O avanço das ferramentas biotecnológicas tornou possível a exploração, em larga escala, dos ativos da biodiversidade e do conhecimento tradicional associado (CTA). Atualmente, aplicando ferramentas de sequenciamento de alto desempenho do DNA, bem como de *screening* de ativos biológicos – *High Throughput Screening* (HTS) –, é possível sequenciar, em algumas horas, o genoma de diferentes espécies, bem como triar compostos naturais candidatos a princípios ativos, para o desenvolvimento de fármacos, cosméticos, entre outros produtos de interesse. Com o crescente depósito dessas informações genéticas em bases de dados digitais, tornou-se dispensável, em alguns casos, a necessidade de se obter amostras físicas para bioprospecção de produtos ou processos, a partir da biodiversidade.

Aplicando, ainda, ferramentas de biologia sintética, bem como novas tecnologias de engenharia genética, é possível utilizar as

informações disponíveis para a modificação genética de organismos vivos ou, até mesmo, desenvolver novos organismos úteis, voltados para a produção de vacinas e biocombustíveis.

O Brasil, além de detentor da maior biodiversidade do mundo, se distingue também pela grande diversidade sociocultural, caracterizada pela existência de mais de 305 povos indígenas, inúmeros segmentos de povos e comunidades tradicionais (como quilombolas, caiçaras, seringueiros), além de populações compostas por ribeirinhos e agricultores familiares.

Os povos indígenas, comunidades e agricultores tradicionais brasileiros, historicamente, se vinculam aos territórios que, tradicionalmente, ocupam e acumulam conhecimentos e práticas relacionados ao uso e manejo de espécies da biodiversidade nativa, que compõem o patrimônio genético nacional. Esses povos conhecem as propriedades das plantas medicinais e das plantas alimentícias que são usadas para sua sobrevivência. Desenvolvem e selecionam sementes e variedades crioulas para a produção de seus alimentos e de outros produtos da agricultura familiar. Esses conhecimentos são estratégicos e, além de sua importância cultural e identitária, em relação a esses povos, podem significar economia de tempo e de recursos financeiros em pesquisas biotecnológicas e desenvolvimento de produtos comerciais de alto valor agregado como fármacos, cosméticos, entre outros.

Afora os seus recursos genéticos e os conhecimentos tradicionais associados, o Brasil reúne, também, complexo industrial relativamente diversificado, possuindo, em alguns casos, setores bem avançados em bioeconomia e biotecnologia. Detém algumas empresas e, principalmente, instituições públicas de referência mundial como centros científicos, universidades públicas, a Fundação



Oswaldo Cruz (Fiocruz), a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e o Butantã. O Brasil é, portanto, provedor e usuário de recursos genéticos e CTA, e essa condição peculiar permite o avanço na elaboração de um sistema nacional de acesso, repartição de benefícios e fiscalização, cujo modelo de gestão busca o equilíbrio entre o uso sustentável da biodiversidade e o respeito aos direitos dos detentores de CTA, conforme preconizado pela CDB.

Dos fundamentos da CDB, está a noção de que os recursos genéticos devam ser explorados também para benefício do próprio meio ambiente. Por meio do artigo 8º, a CDB reconhece também a importância do conhecimento dos povos indígenas e das comunidades tradicionais, sobre os recursos genéticos para a conservação e utilização sustentável da biodiversidade, e estimula os países-membros a adotarem medidas nacionais de respeito, preservação e salvaguarda desses conhecimentos. A engenharia política aprovada no âmbito da CDB prevê respeito à soberania dos países sobre os recursos genéticos de seus próprios territórios, o uso sustentável das espécies de interesse e a repartição de benefícios econômicos e tecnológicos entre as empresas usuárias, das informações genéticas e dos conhecimentos tradicionais associados e seus respectivos países de origem. A repartição de benefícios visa contribuir com o desenvolvimento ambientalmente sustentável, principalmente nas regiões cujos biomas são ameaçados por uso direto ou pela aplicação de métodos não sustentáveis.

Apesar da relevância da repartição de benefícios para o desenvolvimento ambiental sustentável, não há na CDB quaisquer dispositivos punitivos contra empresas e estados que patrocinem a biopirataria. Ao contrário do que ocorre em outros tratados, como o Acordo sobre Aspectos dos Direitos de Propriedade Intelectual Relacionados ao Comércio (Trips), que impõe severas sanções aos que não respeitam direitos de propriedade intelectual. Entretanto, embora firmado basicamente pelos mesmos países que a

CDB e no mesmo contexto histórico, nada no regramento Trips impede a obtenção de patente junto a outros países, mesmo que a inovação biotecnológica tenha sido realizada como acesso ilegal aos recursos genéticos de determinado país. Como subprodutos desse impasse, permanecem as fragilidades socioeconômicas, que potencializam as ameaças aos biomas e à perda de biodiversidade.

Legislação nacional de proteção do patrimônio genético nacional e do conhecimento tradicional associado

A Constituição Federal, em seu art. 225, §1º, inciso II, incumbe o Poder Público à preservação da diversidade e à integridade do patrimônio genético do País, bem como à fiscalização das entidades dedicadas à pesquisa e manipulação de material genético.

Por meio da Medida Provisória n.º 2.186-16, de 23 de agosto de 2001, o Brasil tornou-se pioneiro na implementação de uma legislação doméstica de acesso a seus recursos genéticos, de proteção e ao CTA e repartição de benefícios, permitindo o acesso à tecnologia e à transferência de tecnologia, de outros países, para a conservação e utilização sustentável da biodiversidade.

Mesmo com dispositivos de difícil execução, uma vez que os usuários tinham a obrigação de obter autorização prévia por parte da autoridade nacional – o Conselho de Gestão do Patrimônio Genético (CGen) –, a MP n.º 2.186-16/2001 passou a reger o sistema nacional de acesso e repartição de benefícios, dando comando às estruturas de Estado, para sua gestão.

Após 15 anos de experiência com a MP n.º 2.186-16/2001, e com certa disputa de interesses entre os setores sociais envolvidos, entrou em vigor em 17 de novembro de 2015, a Lei n.º 13.123, denominada Lei da Biodiversidade, que dispõe sobre o acesso ao patrimônio genético (PG), proteção e acesso ao CTA e sobre a repartição de benefícios



para conservação e uso sustentável da biodiversidade, regulamentada pelo Decreto n.º 8.772/2016. A Lei n.º 13.123/2015 reconhece os povos indígenas, comunidades e agricultores tradicionais como “guardiões” ou detentores de um rico acervo de CTA ao patrimônio genético, acervo considerado na legislação como patrimônio cultural do País.

Nos objetivos dessa legislação, encontram-se a promoção da conservação da biodiversidade, por meio do uso do patrimônio

genético nacional, a valorização e proteção do CTA, garantindo o direito à repartição de benefícios, em percentuais da receita líquida anual da exploração econômica de cada produto acabado e de material reprodutivo oriundo do acesso, bem como assegurando direitos previstos na CDB, aos detentores de conhecimentos tradicionais associados.

A Tabela 13 resume as regras vigentes, previstas na Lei n.º 13.123/2015 e Decreto n.º 8.772/2016, para repartição de benefícios (RB).

Tabela 13 - Regras vigentes para a repartição de benefícios no Brasil.

Objeto do acesso	Modalidade da repartição de benefícios	Regra para repartição de benefícios
Acesso ao PG	RB monetária	1% da receita líquida anual para o FNRB*
	RB não monetária	ARB com União (entre 0,75% e 1% da receita líquida anual)
Acesso à CTA de origem não identificável	RB monetária	1% da receita líquida anual para o FNRB
Acesso à CTA de origem identificável	Monetária ou não monetária com o provedor + parcela monetária para o FNRB	ARB com provedor + 0,5% da receita líquida anual para o FNRB

*FNRB: Fundo Nacional para a Repartição de Benefícios. **ARB: Acordo de Repartição de Benefícios.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2021

O encaminhamento do PG ao exterior, com finalidade de acesso, ou seja, para pesquisa ou desenvolvimento tecnológico, foi simplificado, de modo que a remessa desse PG passou a ser realizada por meio de um cadastro de remessa, acrescido de um Termo de Transferência de Material, que vincula a instituição estrangeira ao cumprimento da legislação nacional, em especial quanto à obrigação de repartição de benefícios.

Ainda dentro da Lei n.º 13.123/2015 (art. 4º a 11), foi recriado, no âmbito do MMA, o CGen, órgão colegiado de caráter deliberativo, normativo, consultivo e recursal, responsável por coordenar a elaboração e a implementação de políticas para a gestão do acesso ao PG e ao CTA, e da repartição de benefícios, que passou a contar com a participação da sociedade civil em sua estrutura, entre eles representantes dos setores usuários (Academia e empresas) e detentores de CTA.

Efeitos da política pública de proteção do patrimônio genético nacional, e do conhecimento tradicional associado, na conservação dos recursos genéticos

Comunidades e cooperativas provedoras de PG utilizaram recursos da repartição de benefícios para melhorar suas estruturas produtivas locais, com aquisição de equipamentos e capacitação de mão de obra, repercutindo no aumento da eficiência e produtividade no fornecimento de matéria-prima de qualidade, para fabricação de produtos contendo patrimônio genético nacional, beneficiando, também, os usuários dessas matérias-primas. O incremento produtivo catalisado pelos recursos advindos dos Contratos de Utilização do Patrimônio Genético e Repartição de Benefícios (CURB), propiciou aos beneficiários estabilidade de renda, permanência de postos de trabalho e previsibilidade de



planejamento a essas comunidades. Um grau distinto de desenvolvimento social, se comparado com suas condições anteriores à repartição de benefícios ou com as demais comunidades do entorno.

O desenvolvimento de ações de capacitação, possibilitado pelos recursos advindos com a repartição de benefícios, elevou o grau de consciência da comunidade envolvida, para a proteção e uso sustentável da biodiversidade, de modo que os recursos florestais passaram a ser utilizados de maneira sustentável nessas comunidades, mantendo seu potencial produtivo de forma contínua.

Desde o início da vigência da Lei n.º 13.123/2015, até o momento, foram recebidos pelo Fundo Nacional de Repartição de Benefícios R\$ 1.132.272,64. (um milhão, cento e trinta e dois mil, duzentos e setenta e dois reais e sessenta e quatro centavos). Entretanto, por falta de regulamentação, esses recursos ainda não puderam ser empregados em projetos para a conservação ou uso sustentável da biodiversidade, entre outros temas previstos na lei. Se compararmos os dispositivos da nova lei com os previstos na medida provisória, a criação do FNRB com um aporte regular de recursos e a possibilidade de participação de representantes dos detentores de CTA, bem como do setor acadêmico no Comitê Gestor, responsável por sua governança e pela definição de estratégias de aplicação dos recursos, nos termos previstos na legislação, já são, em si, medidas voltadas para melhorar as perspectivas de justiça e equidade na repartição de benefícios e assegurar maior efetividade na aplicação desses benefícios, em termos de conservação da biodiversidade.

Proteção, gestão e uso sustentável dos recursos genéticos

Os recursos genéticos são fundamentais para a segurança alimentar e nutricional, e fornecem elementos essenciais para a qualidade de vida das pessoas. São a matéria-prima para garantir alimentação, agricultura,

pecuária, silvicultura e agroindústria. Conservar, caracterizar e usar essa diversidade genética garante opções para responder a vários desafios relacionados com alimentação, agricultura e tecnologia.

Ao longo das duas últimas décadas, o Ibama passou a sistematizar suas ações para identificar e reprimir aqueles que acessam o patrimônio genético nacional e o CTA, de forma ilegal, com impactos econômicos e ambientais, obtendo sucesso no desmonte de vários esquemas ilícitos.

A partir de 2005, munido de norma para punição (Decreto n.º 5.459/2005), o Ibama investigou e puniu estrangeiros saindo do País com amostras da biodiversidade brasileira e com intenção de acesso ao patrimônio genético nacional. Executou as Operações Novos Rumos I e II, entre 2010 e 2011, contra dezenas de empresas nacionais e estrangeiras, por acesso ilegal e desenvolvimento de produtos em desacordo com a legislação e sem a devida repartição de benefícios. O Brasil passou, então, ao protagonismo internacional na luta contra a biopirataria.

A forte atuação da fiscalização do Ibama contribuiu para o aperfeiçoamento da MP n.º 2.186-16/2001, culminando na publicação da Lei n.º 13.123, de 20 de maio de 2015, e seu Decreto regulamentador n.º 8.772/2016.

Desde então, o Ibama tem executado ações de fiscalização com monitoramento de produtos biotecnológicos e patentes, baseados em PG ou CTA nacionais, como também agido em recintos alfandegados (portos, aeroportos, Correios e demais empresas de remessa expressa), com o objetivo de verificar a legalidade da saída de patrimônio genético nacional para pesquisa e desenvolvimento tecnológico ao exterior. O Ibama tem monitorado a efetiva repartição de benefícios pelas instituições nacionais, acompanhando, inclusive, a repartição de benefícios junto às comunidades beneficiárias, bem como verificado o cumprimento das demais obrigações advindas com a Lei n.º 13.123/2015, pelas instituições que acessam o patrimônio genético nacional e o CTA.



Com a publicação do Decreto Federal n.º 8.772/2016, mais uma ferramenta foi implementada para auxiliar, criado para auxiliar o CGEN na gestão do PG e no CTA: o Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (SisGen)⁹. O SisGen foi implementado e disponibilizado para acesso a partir de 6 de novembro de 2017. É mantido e operacionalizado pela Secretaria Executiva do CGEN e apresenta interface que possibilita ao usuário:

- Cadastrar acesso ao PG ou ao CTA;
- Cadastrar envio de amostra que contenha PG, para prestação de serviços no exterior;
- Cadastrar remessa de amostra de PG;
- Notificar produto acabado ou material reprodutivo;
- Solicitar autorização de acesso ao PG

ou ao CTA, e remessa ao exterior, com anuência do Conselho de Defesa Nacional e do Comando da Marinha, conforme casos definidos no Decreto n.º 8.772/2016;

- Solicitar credenciamento de instituições mantenedoras das coleções *ex situ*, que contenham amostras de PG;
- Obter comprovantes de cadastro de acesso, cadastro de remessa e de notificações;
- Obter certidões do procedimento administrativo de verificação; e
- Solicitar atestados de regularidade de acesso.

A Tabela 14 resume o quantitativo de registros no SisGen, desde sua implementação até o dia 30/6/2021.

Tabela 14 – Quantitativo de registros no SisGen em 2021.

Tipo de cadastro	Quantitativo
Acessos	60.155
Remessas	1.645
Notificações de produto acabado	5.529

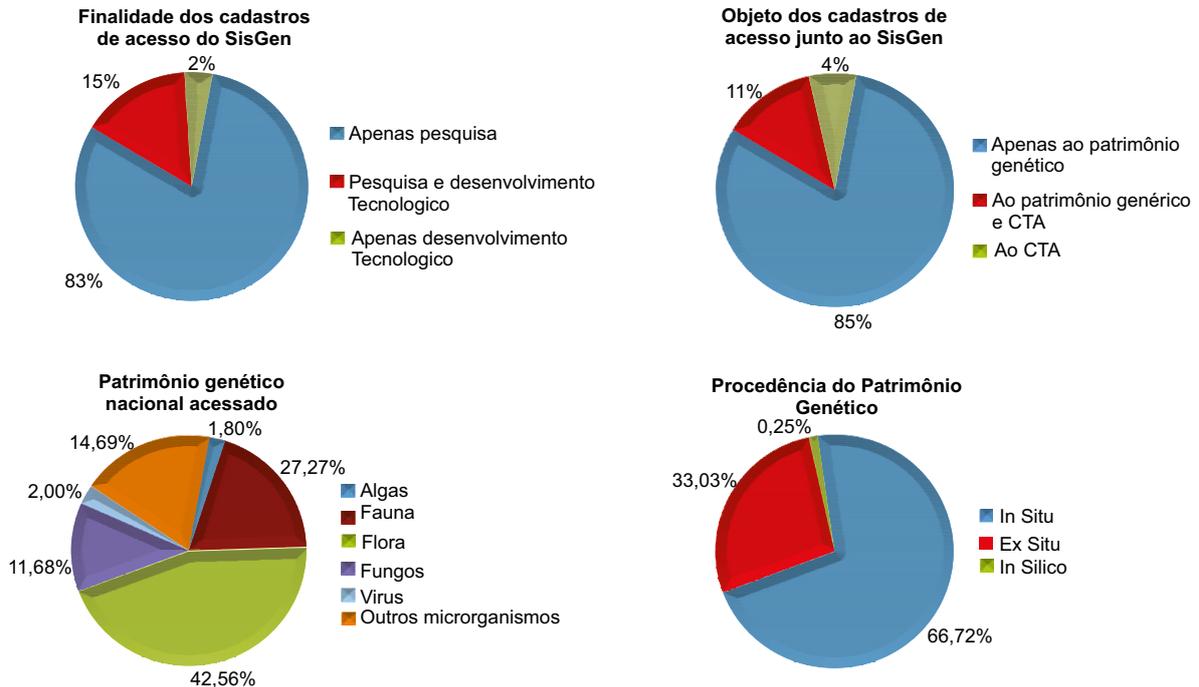
Fonte: MMA, 2021.

Conforme ilustrado nos gráficos da Figura 24, a maioria dos acessos envolve apenas o patrimônio genético nacional e tem como finalidade principal a pesquisa básica. PG oriundo

da flora compreende a origem da maioria dos acessos realizados nesse período, seguido de acessos ao PG de origem animal e fúngico.

9 O SisGen, implementado pela Portaria Secex/CGEN n.º 1, de 3 de outubro de 2017, pode ser acessado pelo *site*: <https://sisgen.gov.br>.



Figura 24 – Dados dos cadastros de acesso registrados no SisGen entre 2017 e junho de 2021.

Fonte: SisGen. MMA, 2021.

Em relação às remessas de PG ao exterior (Figura 25), os Estados Unidos têm figurado como o principal destino dessas amostras (60,7%),

seguido de Reino Unido (6,3%), Alemanha (6%), Suíça (5,2%), França (3,4%), entre outros destinos (18,4%).

Figura 25 – Destinos das remessas cadastradas no SisGen entre 2017 e agosto de 2021.

Fonte: SisGen. MMA, 2021.



Ratificação do Protocolo de Nagoia pelo Brasil

Ampliando o arcabouço regulatório e de proteção do PG e do CTA, em escala global, o Brasil aprovou, pelo Decreto Legislativo n.º 136/2020, o texto do Protocolo de Nagoia, ratificado em 4 de março de 2021. O Protocolo de Nagoia sobre acesso a recursos genéticos e repartição justa e equitativa dos benefícios derivados de sua utilização é um acordo pertencente à CDB e foi concluído na 10ª Conferência das Partes da Convenção (COP-10), em 2010, em Nagoia/Japão.

O objetivo desse Protocolo é promover e assegurar a repartição justa e equitativa dos benefícios derivados da utilização dos recursos genéticos e do CTA, mediante o acesso adequado a esses recursos e conhecimentos, e à transferência de tecnologias pertinentes, levando em conta todos os direitos sobre tais recursos e tecnologias, mediante financiamento adequado, contribuindo, desse modo, para a conservação da diversidade biológica e para a utilização sustentável de seus componentes. Esse Protocolo determina que os países (também chamados de Partes) adotem medidas legislativas, administrativas ou políticas, para assegurar que os benefícios derivados da utilização dos recursos genéticos e dos conhecimentos tradicionais associados, bem como as aplicações e comercialização subsequente, sejam repartidos de maneira justa e equitativa com a Parte provedora, mediante o cumprimento da legislação ou requisitos reguladores nacionais de acesso e repartição de benefícios da Parte provedora.

O Protocolo estabelece 37 obrigações que devem ser cumpridas pelos países-membros. Em resumo, quatro dessas obrigações já são cumpridas integralmente pela legislação brasileira, enquanto 11 não são cumpridas e as demais 22 são cumpridas parcialmente, pela legislação atual, mas necessitam de complementação na regulamentação do Protocolo de Nagoia. Portanto, é necessária regulamentação que

atenda às obrigações ainda não cumpridas e às que são cumpridas parcialmente, tais como medidas legais, quando um brasileiro utilizar recursos genéticos e CTA originados de outros países, ou medidas legais quando um brasileiro utilizar esses recursos e CTA compartilhados com outras Partes. Nesse contexto, deve-se levar em conta a natureza transfronteiriça de cerca de metade da biodiversidade brasileira, em especial a riqueza do bioma amazônico, e a dificuldade de tratar da natureza jurídica de parte das espécies, em virtude dessa condição.

Conservação dos recursos genéticos vegetais e microbianos

A conservação de recursos genéticos vegetais em bancos ativos de germoplasma é realizada por 32 instituições no Brasil (Figura 26), sendo elas as organizações estaduais de pesquisa (Oepas), as Universidades e a Embrapa. Esses bancos de germoplasma incluem espécies nativas e exóticas, variedades comerciais e variedades crioulas/tradicionais, espécies domesticadas e silvestres, e parentes silvestres de plantas cultivadas.

Há muitas espécies nativas que são exploradas local ou regionalmente, como o butiá (*Butia* spp.) e a araucária (*Araucaria angustifolia*), na Região Sul, o baru (*Dipteryx alata*) e o pequi (*Caryocar brasiliensis*), na Região Centro-Oeste, o camu-camu (*Myrciaria dubia*) e a pupunha (*Bactris gasipae*), na Região Norte, o cajá (*Spondias mombin*) e a mangaba (*Hancornia speciosa*), na Região Nordeste, o araticum/marolo (*Annona crassiflora*) e a pitanga (*Eugenia uniflora*) na Região Sudeste. Para a maioria das espécies nativas exploradas local ou regionalmente, os bancos de germoplasma, quando existem, conservam restrita variabilidade genética em comparação com as populações naturais. Nesse caso, ressalta-se a importância de iniciativas de conservação *in situ/on farm* de algumas espécies nativas no País.



A conservação em longo prazo de cópias de segurança dos bancos ativos de germoplasma da Embrapa é realizada pelo Banco Genético, na Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. As sementes de 1.089 espécies, de 329 gêneros, representadas por 115.235 acessos, são mantidas a uma temperatura de 18 °C negativos. Uma segunda cópia de segurança para conservação, em longo prazo, desse material está depositada no Banco Mundial de Sementes de Svalbard (*Svalbard Global Seed Vault*), localizado no arquipélago norueguês de Svalbard, no Círculo Polar Ártico, em câmaras de conservação escavadas em rocha. Naquele local, as sementes de 4.757 acessos enviadas pela Embrapa são mantidas a 18 °C negativos. Até o momento, apenas acessos de espécies exóticas foram enviados para depósito em Svalbard: as coleções nucleares dos bancos de germoplasma de arroz, milho e feijão; e uma amostragem representativa de variedades

crioulas/tradicionais de arroz, milho, cebola, pimentas e cucurbitáceas coletadas em todos os biomas brasileiros, ao longo das últimas cinco décadas. O próximo depósito a ser feito pela Embrapa em Svalbard prevê o envio de acessos de espécies nativas do Brasil.

A Embrapa também é responsável pela manutenção de 10 coleções de microrganismos com importância para uso na agricultura e bioindústria. Essas coleções foram recentemente reorganizadas e estão distribuídas em diferentes regiões do País. A ideia é que todas as unidades da Embrapa usem essas coleções para depositar novos isolados ou mesmo para conseguir isolados para pesquisa. As informações sobre as coleções de microrganismos da Embrapa também podem ser consultadas na plataforma Alelo, mais especificamente na plataforma AleloMicro¹¹.

GOVERNANÇA

Estratégia e Plano de Ação Nacionais para a Biodiversidade (Epanb)

A Estratégia e Plano de Ação Nacionais para a Biodiversidade (Epanb), ou *National Biodiversity Strategy and Action Plan* (NBSAP), em inglês, é o principal instrumento para a implementação da CDB, em nível nacional, conforme o art. 6º do texto da CDB. Os países signatários da Convenção têm o compromisso de preparar uma estratégia nacional de biodiversidade (ou equivalente) e desenvolver instrumentos para garantir que essa estratégia seja integrada ao planejamento e atividades de todos os setores cujas atividades possam impactar positiva ou negativamente a biodiversidade.

Até 2016, o Brasil não possuía um documento único integrando o que representasse uma estratégia nacional para a conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade. Essa estratégia era representada pelo conjunto dos diversos instrumentos legais que foram criados ao longo dos anos para proteção e uso do meio ambiente e da biodiversidade, muitos deles pioneiros e representando modelos para o cenário internacional, mas sem uma diretriz unificadora (BRASIL, 2020). O 4º Relatório Nacional para a CDB (MMA, 2011) identificou, de forma não exaustiva, 550 instrumentos legais relacionados às metas da CDB de conservação e uso sustentável da biodiversidade: 53 leis federais, 2 decretos-leis, 1 medida provisória,

11 Mais informações podem ser obtidas no site: <http://alelomicro.cenargen.embrapa.br/InterMicro/index.xjs>.



194 decretos federais e 190 resoluções da Conabio, além de 75 leis e 35 decretos em nível estadual. Os principais instrumentos criados

para implementar a Estratégia Nacional de Biodiversidade constam na Figura 27.

Figura 27 – Principais instrumentos criados para implementar a Estratégia Nacional de Biodiversidade.



Fonte: 6º Relatório Nacional para a CDB. Brasil, 2020.

Com a aprovação do Plano Estratégico de Biodiversidade 2011-2020 da CDB, o Brasil iniciou, em 2011, um processo de internalização das Metas de Aichi, denominado Diálogos sobre a biodiversidade: construindo a estratégia brasileira para 2020, uma série de discussões compartimentadas pelos diferentes setores da sociedade (empresarial, sociedade civil ambiental, Academia, Governos federal e estadual, e povos indígenas e comunidades tradicionais) até se chegar à definição das

Metas Nacionais de Biodiversidade para 2020, que foram publicadas na Resolução Conabio n.º 06/2013. Até que se alcançasse o resultado da Epanb atual (MMA, 2017), amplo processo de discussão e consultas com todos os setores da sociedade foram realizados em busca de consenso, para a definição das metas e indicadores que permitissem o acompanhamento do seu cumprimento. A atualização da Estratégia Nacional foi realizada em vários passos, como mostra a Figura 28.

Figura 28 – Processo de atualização da Estratégia e Plano de Ação Nacionais para a Biodiversidade.



Fonte: 6º Relatório Nacional para a CDB. Brasil, 2020.



Em 2017, foi publicada a Epanb brasileira atualizada, materializando o esforço de articulação e discussão para construir um instrumento de orientação estratégica coordenada, para as ações direcionadas à biodiversidade, ou que a afetem, planejadas e executadas pelos diversos setores brasileiros. O documento está estruturado em três partes: 1) Contexto e Antecedentes, que traz um panorama sobre a biodiversidade do Brasil, o arcabouço legal e o histórico de elaboração da Epanb; 2) Componentes Estratégicos, que apresenta as metas nacionais, seus indicadores, alguns aspectos sobre mobilização de recursos e comunicação; e 3) Plano de Ação, que traz as ações de todas as instituições aderentes à Epanb, distribuídas entre as 20 metas nacionais de biodiversidade para 2020. Para essa versão do plano de ação da Epanb, 231 instituições foram convidadas a aderir ao processo, enviando suas contribuições. Desse universo, 52 contribuíram para um total de 721 ações do plano.

Conforme apurado no 6º Relatório Nacional para a CDB (BRASIL 2020), 12% das ações do Plano de Ação da Epanb foram concluídas, 54% estavam em execução, 15% estavam em fase de planejamento ou fase inicial de implementação e apenas 7% ainda não haviam sido iniciadas. Ações sem informação somaram 11% do total. A maioria das ações avaliadas apresentaram eficiência, sendo 51% eficientes e 25% parcialmente eficientes. Apenas 3% foram avaliadas como ineficientes. A maioria das ações foi avaliada por meio de relatório e outras publicações (38%) ou monitoramento e avaliação de projetos (31%). Ações implementando atividades relacionadas à igualdade de gênero somaram 11% do total. Esses dados refletem que a Epanb brasileira estava em implementação ativa e deveria alcançar a maioria das ações propostas até 2020.

Pelo caráter dinâmico e multissetorial da Epanb, ela deve ser monitorada e atualizada

periodicamente. Assim, é necessário fazer um monitoramento final, com avaliação das ações executadas até dezembro de 2020, período-limite das Metas Nacionais de Biodiversidade 2011-2020, assim como das Metas de Aichi.

Um dos principais desafios dessa agenda é promover e sustentar, ao longo do tempo, o processo de articulação de setores e seus segmentos, de modo a permitir que o processo de consolidação da estratégia reflita toda a diversidade de perspectivas existentes, e que a conservação e o uso sustentável da biodiversidade estejam, de fato, internalizados nas ações de todos os setores da sociedade (MMA, 2018). Assim, espera-se que esse processo transversal tenha continuidade com a aprovação do novo plano estratégico da CDB pós-2020, que deverá ocorrer na reunião presencial da COP 15, programada para abril de 2022, e que o País possa rever suas metas e plano de ação.

De acordo com o 6º Relatório Nacional para a CDB (BRASIL, 2020), o caráter participativo do processo é crucial para que a Estratégia seja de fato nacional e multissetorial, mas também demanda tempo maior para o desenvolvimento dos trabalhos, o que ressalta a importância de iniciar os processos de atualização e revisão com antecedência suficiente para atender aos prazos estabelecidos. É importante destacar o enorme papel do Painel Brasileiro de Biodiversidade (PainelBio) nesse processo, para assegurar o amplo espectro de contribuições técnicas nas múltiplas áreas do conhecimento abrangidas pela Epanb. Por fim, o relatório ressalta a necessidade do estabelecimento de uma equipe técnica permanente, e em número suficiente no MMA, para garantir a continuidade e a qualidade do processo, e do envolvimento de atores como os Ministérios do Planejamento e da Fazenda, hoje abarcados pelo Ministério da Economia e a Casa Civil, para alcançar a real permeabilidade do tema em todos os setores governamentais.



Avaliação das metas nacionais da biodiversidade

A CDB é um tratado internacional vinculado à ONU, que visa promover a conservação da diversidade biológica, a utilização sustentável de seus componentes e a repartição justa e equitativa dos benefícios derivados da utilização dos recursos genéticos. O Brasil é uma das 196 Partes da CDB e se compromete a trabalhar em prol de sua implementação, cujos princípios constam em seu texto-base, com 42 artigos e 2 anexos¹². A maior instância decisória da CDB é a COP, que se reúne a cada 2 anos. Em 2010, na COP 10, ocorrida em Nagoia/Japão, foi estabelecido um Plano Estratégico para a

Biodiversidade 2011-2020 e suas Metas de Aichi: 20 metas, distribuídas em 5 objetivos estratégicos. A partir desse documento, o Brasil elaborou suas 20 Metas Nacionais de Biodiversidade, estabelecidas na Resolução Conabio n.º 06/2013, e atualizou sua Epanb (MMA, 2017).

No 6º Relatório Nacional para a CDB (BRASIL 2020), o Brasil analisou o alcance de suas metas nacionais para 2020¹³, assim como a contribuição para o alcance das metas globais (Metas de Aichi). Os Relatórios Nacionais também subsidiaram a elaboração do 5º *Global Biodiversity Outlook* – GBO-5¹⁴, uma avaliação global da situação da biodiversidade mundial.

BIODIVERSIDADE E SAÚDE

Usos da biodiversidade: dos saberes tradicionais à biotecnologia

O Brasil registra aproximadamente 45.000 espécies de plantas, algo como 20 a 22% das plantas conhecidas no planeta. O uso de plantas medicinais e de componentes da fauna para uso medicinal é ancestral e amplo no Brasil. Apesar da notável riqueza de plantas e do uso de diversas espécies como medicamento, são raros os fitofármacos listados entre os principais produtos farmacêuticos no Brasil (DUTRA *et al.*, 2016). O uso formal de princípios ativos extraídos da fauna terrestre e marinha (ARIZZA, 2013) é ainda menor, apesar do impacto significativo dos benefícios exemplarmente ilustrados pelo “Captopril”, medicamento elaborado a partir do veneno das jararacas brasileiras, largamente usado no mundo para controlar pressão alta.

Nesse cenário, há necessidade de recursos e continuidade de ações para o desenvolvimento e o manejo sustentável de espécies que são ou podem derivar em insumos à saúde e à indústria, especialmente os provenientes de microrganismos como fungos, bactérias, vírus e protistas (HOWES *et al.*, 2020). Para estimular esse desenvolvimento, diversas políticas para a produção de fitofármacos vêm sendo desenvolvidas no Brasil, como a Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos (PNPMF), a Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares (PNPIC), no SUS, e a criação da categoria Produtos Tradicionais Fitoterápicos (RDC n.º 26/2014 – Anvisa). O objetivo é aumentar a competitividade do setor, que também se articula por meio de associações, como a Associação Brasileira das Indústrias de Química Fina, Biotecnologia e suas Especialidades (Abifina), a RedesFito, entre outras.

12 Mais informações podem ser obtidas no *site*: <https://www.gov.br/mma/pt-br/textoconvenoportugus.pdf>.

13 Mais informações sobre o status do atingimento das metas nacionais de biodiversidade e seus principais resultados podem ser obtidas no 6º Relatório Nacional para a CDB (BRASIL, 2020).

14 Mais informações podem ser obtidas no *site*: <https://www.cbd.int/gbo5>.



O uso intensivo de plantas para fins medicinais e a demanda para a produção de novos medicamentos ameaçam de extinção cerca de 13% (n=723) das espécies analisadas (n= 5.411) e catalogadas como de uso comercial (n=25.791). A colheita excessiva de plantas, sementes e flores, e a extração para a venda de cascas, raízes e bulbos, levam à morte 86% das plantas afetadas e são os principais fatores de ameaça, que se refletem na redução da comercialização de espécies de 1998 e 2013 (ANTONELLI *et al.*, 2020; HOWES *et al.*, 2020). Analisando o exemplo da *Achyrocline satureioides* – macela-do-campo ou camomila-nacional –, com propriedades antiinflamatória, calmante, bactericida, antidiarreica, colinolítica, mio-relaxante, antiespasmódica, digestiva, estomáquica, emenagoga e antiviral, pode-se avaliar o contexto de risco em que essas plantas estão. As flores são colhidas especialmente na Sexta-Feira Santa, tradição comum nos estados da Bahia, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo e Paraná, onde ocorre em maior quantidade. Não há preocupação com o plantio e, de acordo com a Flora do Brasil 2020, a espécie ainda não foi validada quanto à ameaça.

Entre os determinantes sociais da saúde, estão a pobreza, o gênero, o sexo, a idade e a contraposição entre áreas rurais e urbanas. Pessoas e grupos em situação de vulnerabilidade, como as mulheres e os pobres, que tendem a depender mais dos serviços prestados pela biodiversidade e pelos ecossistemas, sofrem desproporcionalmente com a perda de biodiversidade e possuem acesso mais restrito a mecanismos de proteção social, como, por exemplo, serviços de saúde.

Uma perspectiva de justiça social é necessária para o enfrentamento das várias dimensões da equidade, no que tange às dinâmicas entre biodiversidade e saúde. São necessárias avaliações dos níveis de vulnerabilidade e de adaptação, que deveriam ser criadas, sob medida, para o contexto dessas populações.

No setor saúde, por meio de instituições de pesquisa, ensino e inovação, sempre houve o interesse em comunidades tradicionais e povos indígenas, não só no que diz respeito às doenças que afetam essas populações, que precisam de

programas e ações diferenciadas, mas também no entendimento da forma de vida e uso dos recursos naturais, para a cura de suas doenças e a sobrevivência. Pela natureza investigativa, houve avanço sobre o conhecimento das doenças tropicais, produzindo, ao longo de sua história, conhecimento acerca da biodiversidade nos estudos descritivos de espécies parasitas, vetores e seus hospedeiros, ciclos de transmissão e interações biológicas e ecológicas envolvidos, busca de vacinas, medicamentos e kits-diagnósticos, guarda das coleções biológicas ou ações educativas e de divulgação, produzindo conhecimento sobre espécies de plantas e animais, bem como na participação nos fóruns de discussão e decisão, para a implementação do acesso a recursos genéticos e repartição justa e equitativa dos benefícios advindos de sua utilização.

Mesmo que todos esses esforços tenham sido feitos, não foram e não são suficientes para proteger essas populações e saberes das ameaças sobre seus territórios. Em junho de 2021, o Seminário Produção e Consumo de Fitoterápicos, promovido pela Fiocruz e discutido entre especialistas, agências internacionais e representantes da sociedade civil e Governo, ressaltou a importância das cadeias de valor, promovidas pelas plantas medicinais, alimentícias, aromáticas e condimentares, que somam benefícios sociais e econômicos à saúde. Essas cadeias, de profundo valor aos povos indígenas e comunidades tradicionais, devem ser incentivadas e entendidas como o celeiro do conhecimento tradicional de seus usos e da guarda e manutenção da variabilidade genética dessas espécies para o futuro. A iniciativa ArticulaFito, que mapeia as iniciativas da base produtiva dessa cadeia de valores no Brasil, reforça o uso sustentável da biodiversidade brasileira, a agricultura familiar e a entrega de produtos fitoterápicos ao Sistema Único de Saúde (SUS), gerando renda e fortalecendo valores sociais, culturais e ambientais. Das cadeias mapeadas, estão a amêndoa da castanha-do-brasil, do óleo extravirgem, da farinha de coco babaçu e da manteiga de tucumã, com experiências relevantes do povo indígena Gavião Akrátikatêjêda e do Movimento Interestadual das Quebradeiras de Coco Babaçu (MIQCB) e da comunidade quilombola de Salvaterra, na Ilha de Marajó.



A resposta também se dá por meio da biotecnologia, que tem procurado novas formas de cura, com base em novos componentes químicos ou princípios ativos de produtos da biodiversidade, no potencial farmacêutico de inúmeras espécies de microrganismos, plantas e animais, além da busca da medicina preventiva em novos produtos da diversidade biológica.

Biodiversidade e segurança alimentar

Nos últimos anos, o modelo de desenvolvimento brasileiro foi marcado pela inserção do País, na ordem econômica internacional, como produtor de *commodities* agrícolas, pecuários, minerais e de petróleo. Os processos produtivos são responsáveis por enormes impactos na biodiversidade, além dos impactos socioambientais. O arranjo da produção brasileira de *commodities*, que prioriza as exportações, vem gerando impactos negativos ao ambiente e à saúde humana. Na produção de cana-de-açúcar e de soja, a utilização de extensas parcelas do solo gera deslocamento de populações rurais, redução de terra para a produção de alimentos, uso intenso de agrotóxicos, que contaminam o solo, e, em consequência,

contaminam a água (IPEA, 2011), além da fragmentação e isolamento de áreas naturais, pela deficiência de planejamento territorial, que poderia assegurar a conectividade dessas áreas, especialmente as de reservas legais.

Apesar de o Brasil conter em seu território a maior riqueza de espécies da flora no mundo, utiliza uma parcela muito pequena da sua biodiversidade, que se reflete em baixa diversificação dos alimentos consumidos pela população, que privilegia um restrito número de espécies cultivadas e amplia a fragilidade existente no sistema alimentar.

A biodiversidade e a agricultura estão intimamente relacionadas. Quase um terço da área terrestre do mundo é usado para a produção de alimentos e a biodiversidade é a fonte dos componentes para a produção de grãos, pecuária e piscicultura, que são assegurados pela diversidade genética. No entanto, estima-se que por volta de 800 milhões de pessoas ainda vivem em situação de insegurança alimentar, apesar da produtividade da agricultura ter aumentado substancialmente nos últimos 50 anos. Além disso, a desnutrição é o fator que mais contribui, individualmente, para a carga global de doenças, afetando cidadãos de todos os países do mundo.



O modelo de produção agropecuária dominante tem sua organização baseada em atividades econômicas concentradas em um pequeno grupo de cadeias produtivas de alimentos e requerem níveis extremamente elevados de tecnologia e alta produtividade em suas diferentes etapas. Esses sistemas agroalimentares ameaçam a biodiversidade.

A alimentação da população brasileira depende tanto da biodiversidade nativa como de espécies exóticas, ao menos 469 espécies de plantas de 84 famílias são cultivadas em sistemas agroflorestais¹⁵. A agricultura moderna, em que pese ter possibilitado o aumento da produção de alimentos, contribuindo para a segurança alimentar¹⁶, foi responsável por danos consideráveis à diversidade biológica, pelo uso excessivo de produtos químicos e consumo de água, pela poluição e pela introdução de espécies exóticas invasoras. A perda da diversidade de ecossistemas agrícolas e da diversidade genética nos sistemas de produção, a partir da uniformização de variedades mais produtivas e a implantação de monoculturas de variedade uniformes de grãos, exigindo cada vez mais uso de produtos químicos, especialmente agrotóxicos, vem aumentando a vulnerabilidade e reduzindo a sustentabilidade de muitos sistemas de produção, além de produzir efeitos negativos sobre a saúde humana.

Além das consequências negativas com o uso de agrotóxicos na produção de alimentos, levando a altos níveis de poluição ambiental, afetando a saúde humana, traz também impactos significativos para a segurança alimentar e nutricional, com o declínio global das espécies polinizadoras, essenciais para a produção de alimentos do mundo¹⁷.

Os impactos gerados pelas atividades dos sistemas agroalimentares dominantes, sobre os recursos naturais, contribuem com 29% das emissões

de gás de efeito estufa, 80% do desmatamento das florestas, 70% da água doce utilizada e 80% da perda da biodiversidade em todo o planeta.

O enfraquecimento dos sistemas agrícolas tradicionais pode ocasionar diminuição da agrobiodiversidade, como apontam as tendências atuais. A degradação dos sistemas naturais desencadeia inúmeras ameaças à provisão de serviços ecossistêmicos, essenciais para a manutenção da qualidade de vida e da saúde humana, que inclui o suprimento de alimentos, a regulação da quantidade e da qualidade da água, o controle da qualidade do ar, a regulação de ameaças e eventos extremos, e de organismos prejudiciais às populações humanas. No Brasil, a conversão da cobertura vegetal nativa em outros tipos de uso do solo tem relação com o risco crescente de doenças infecciosas, como malária e leishmaniose (SEIXAS *et al.*, 2019).

Outro aspecto a considerar, passa pelo enfrentamento dos desafios associados às mudanças climáticas, no qual a biodiversidade tem papel essencial nas ações de adaptação e mitigação necessárias, aumentando a resiliência dos sistemas de produção de alimentos e diminuindo a vulnerabilidade sobre a insegurança alimentar e nutricional das populações.

Além disso, à medida que se utiliza menos espécies da biodiversidade na agricultura, com a predominância das *commodities*, há mais simplificação das dietas e coloca-se em risco o consumo adequado de alimentos e nutrientes necessários para promover o crescimento, desenvolvimento e a manutenção da saúde. Apenas 25% dos brasileiros consomem a quantidade de frutas e verduras recomendada pela Organização Mundial da Saúde (400g por dia), que são os alimentos que fornecem nutrientes importantes para a saúde, como vitaminas, minerais e fibras.

15 Mais informações sobre o Plano ABC podem ser obtidas no capítulo "Terra".

16 Conceitua-se segurança alimentar como definido na 2ª Conferência Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (2004): "realização do direito de todos ao acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em quantidade suficiente, sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais, tendo como base práticas alimentares promotoras de saúde, que respeitem a diversidade cultural e que sejam ambiental, econômica e socialmente sustentáveis".

17 Mais informações podem ser obtidas no site: <https://www.iucnredlist.org/search/stats?searchType=species>.



Em seu programa de trabalho para a biodiversidade agrícola, a CDB aponta quatro elementos para enfrentar esses desafios:

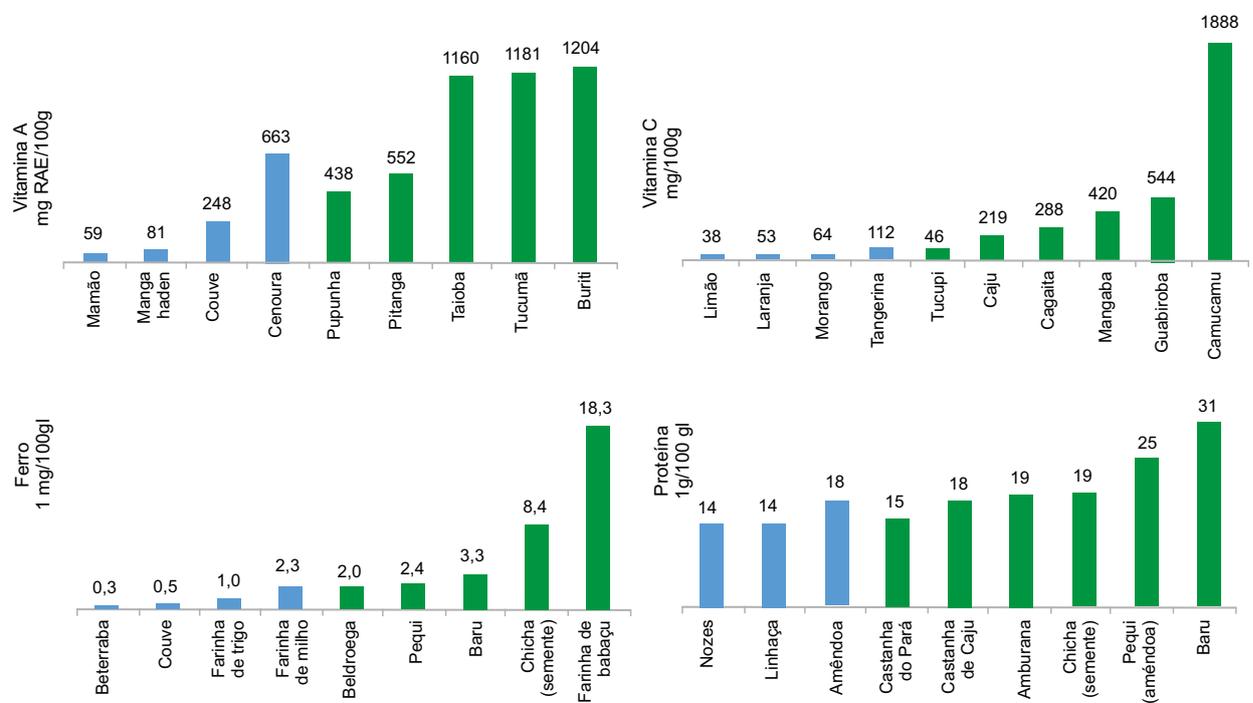
- avaliar a situação e as tendências da diversidade biológica agrícola mundial, as causas subjacentes da mudança e o conhecimento das práticas de manejo;
- identificar técnicas, práticas e políticas de adaptação;
- capacitação, conscientização e promoção de ações responsáveis; e
- incorporação de planos e estratégias nacionais para a conservação e uso sustentável da biodiversidade agrícola nos setores relevantes da agricultura.

O Projeto GEF¹⁸ Biodiversidade para Alimentação e Nutrição (conhecido como

Projeto BFN, da sigla em inglês) nasceu da iniciativa transversal de mesmo nome, ligada ao programa de trabalho da CDB, citado acima. Foi coordenado, no Brasil, pelo MMA, entre os anos de 2012 a 2018, e teve como premissa que o maior consumo de diferentes espécies nativas da biodiversidade brasileira pode melhorar a nutrição e a saúde das pessoas por meio de uma dieta mais diversificada e nutritiva, com base em espécies tradicionais e localmente adaptadas. Partiu do entendimento de que a valorização da biodiversidade auxilia na redução de sua perda e consequente conservação.

Dados levantados pelo BFN demonstram que alimentos da biodiversidade nativa podem ser tão ou mais nutritivos que outros alimentos que fazem parte da dieta dos brasileiros, como exemplificado na Figura 29.

Figura 29 – Quantidades de nutrientes em alimentos de espécies nativas (verde) e em outros alimentos (azul).



Fonte: MMA, 2020.

¹⁸ GEF: sigla em inglês para Fundo para o Meio Ambiente Mundial.



Os produtos resultantes do Projeto BFN ajudam a demonstrar a forte ligação existente entre a biodiversidade, a alimentação e a nutrição, promovendo a valorização da importância alimentícia e nutricional das espécies nativas do Brasil¹⁹.

Para a *Food Systems Summit* (2021), da ONU, os elementos-chave para a Estrutura Global de Biodiversidade para a Transformação do Sistema Alimentar seguem os princípios de:

- garantir benefícios, incluindo nutrição, segurança alimentar e meios de subsistência, por meio do manejo sustentável de espécies silvestres da fauna e da flora;
- apoiar a produtividade, sustentabilidade e resiliência da biodiversidade, em ecossistemas agrícolas e outros ecossistemas manejados, por meio da conservação e uso sustentável desses ecossistemas e redução das lacunas de produtividade;
- reduzir os impactos negativos sobre a biodiversidade, garantindo que as práticas de produção e as cadeias de abastecimento sejam sustentáveis;
- eliminar padrões de consumo insustentáveis, garantindo que as pessoas, em todos os lugares, façam escolhas responsáveis proporcionais à visão de biodiversidade para 2050²⁰.

De acordo com a FAO, os governos terão de tomar medidas concretas para garantir que as suas responsabilidades neste campo sejam cumpridas, particularmente à luz da importância da Biodiversidade para Alimentos e Agricultura (BFA, em inglês), para o cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, para 2030.

O Brasil tem participado de uma série de instrumentos políticos internacionais

que influenciam direta ou indiretamente a Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (BSE), com compromissos globais firmados, como os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), a CDB, a Convenção-Quadro sobre Mudança do Clima (UN - FCCC) e a Convenção de Combate à Desertificação (UNCCD). Muitos desses são ancorados em políticas nacionais, portanto, é fundamental que instrumentos de política ambiental no País sejam conectados com as políticas de desenvolvimento, de forma a permitir que a conservação ou a restauração da biodiversidade possa gerar oportunidades de renda, trabalho e economia, em grande escala (SCARANO *et al.*, 2019).

A Fiocruz definiu macrodiretrizes estratégicas, que norteiam sua agenda, com destaque para a abordagem integrada de saúde, ambiente e sustentabilidade, em que a biodiversidade e saúde sejam um dos eixos estruturantes de seus programas e ações institucionais. Além disso, o apoio à elaboração de políticas e programas de saúde que incluem as atividades tradicionais de povos indígenas, quilombolas e comunidades tradicionais, na área de segurança alimentar e saúde, no contexto amplo de bem-estar, está em consonância com a Política Nacional de Saúde Integral das Populações do Campo e da Floresta (CHAME, 2018).

Emergência de zoonoses e biodiversidade

Um importante aspecto a ser considerado em relação às atividades, comportamento humano e seus efeitos sobre a biodiversidade relaciona-se ao aumento do risco e do impacto da transmissão de doenças infecciosas, muitas de origem animal, aos humanos, e no fluxo inverso, dos humanos aos animais. As chamadas zoonoses são doenças ou infecções transmitidas a partir do contato entre humanos e animais silvestres e domésticos, e a

19 i) Banco de Dados de Composição Nutricional da Biodiversidade Brasileira dentro do Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira – SiBBr (<https://ferramentas.sibbr.gov.br/ficha/bin/view/FN>); ii) Livro de receitas Biodiversidade do Brasil: Sabores e Aromas (<https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade/fauna-e-flora/manejo-e-uso-sustentavel>); iii) Curso on-line Integração da Biodiversidade para Alimentação e Nutrição (<http://www.b4fn.org/e-learning/>); e iv) livros Espécies Nativas da Flora Brasileira de Valor Econômico Atual ou Potencial e Plantas para o Futuro, disponíveis no *site* do MMA (<https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade/fauna-e-flora/manejo-e-uso-sustentavel>).

20 Mais informações sobre o assunto podem ser obtidas no capítulo “Água”.



definição clássica de zoonose também considera a via inversa, em que humanos contaminam os animais. A transmissão de zoonoses obedece às diversas estratégias utilizadas pelos agentes etiológicos que evoluem e se adaptam na medida da plasticidade genética, condições ambientais, populacionais e comportamentais das espécies envolvidas nos seus ciclos de vida (JOHNSON *et al.*, 2015). De forma geral, pode ocorrer quando há contato com tecidos e secreções do animal hospedeiro ou parte deles (carne de caça, por exemplo); contato físico direto, ocorrendo ou não lesões como arranhaduras ou mordeduras; ou indiretamente, mediante a ação de vetores como mosquitos, pulgas ou carrapatos, ou quando o hospedeiro entra em contato com o ambiente onde estão disponíveis formas de resistência, embrionárias ou larvares infectantes. Os impactos das zoonoses sobre a saúde humana podem ser dimensionados a partir do fato de que cerca de 60% de todos os patógenos causadores de doenças em humanos são de origem animal e são, portanto, zoonóticas. Desse total, 75% referem-se a agentes etiológicos originalmente presentes em animais silvestres. Além disso, a maioria das doenças emergentes ou reemergentes – entendidas como as doenças novas ou que têm franco aumento em sua incidência, variedade geográfica ou espécies hospedeiras, com respectivo aumento de seu impacto sobre a saúde humana – têm origem zoonótica.

Levantamento realizado por Taylor e colaboradores, em 2001, aponta a presença de 1.415 agentes etiológicos compartilhados entre humanos e animais. Em 2015, Wardeh e colaboradores revisaram esse número para 2.107 espécies. Ainda que seja relevante considerar que a capacidade de diagnóstico nos últimos 50 anos permite identificar espécies circulantes anteriormente desconhecidas, é evidente que o aumento e a velocidade da emergência das zoonoses são impulsionados por ações e comportamento humano recente. Há, atualmente, consenso entre os pesquisadores de saúde pública que atividades antropogênicas, a exemplo dos contínuos avanços sobre áreas silvestre, a partir de modelos de uso e ocupação do solo predatórios, padrões de urbanização e práticas de produção de

alimentos inconciliáveis com a biodiversidade local, levam a um maior contato entre os humanos e os animais, propiciando o surgimento e disseminação de novas doenças, originadas a partir dessas interações.

Práticas como o aumento do desmatamento²¹ intensificam a oportunidade de contato entre seres humanos e novas espécies de parasitas, dinâmica que é reforçada pela diminuição dos hospedeiros naturais desses parasitas na fauna local, ou aumento do contato direto com seres humanos, o que propicia a busca desses parasitas por novos hospedeiros (Figura 30).

O caso do vírus da Ebola, cujo surgimento em 1976, no Nzara/Sudão e em Yambuku/República Democrática do Congo, foi associado à caça, desmatamento e exploração de madeira e ao comércio ilegal de espécies nativas de animais. Também é o caso das recentes doenças respiratórias surgidas nos últimos anos, a exemplo da Síndrome Respiratória do Oriente Médio (MERS), da Síndrome Respiratória Aguda Grave (SARS) e da Síndrome Respiratória Aguda Grave, pelo novo Coronavírus (SARS-Cov-2). Além das doenças emergentes, a perda de biodiversidade de ecossistemas leva ao surgimento das chamadas doenças reemergentes, que já haviam sido em alguma medida controladas, mas que voltaram a representar ameaça à saúde humana, a exemplo da dengue e malária.

Em termos de impactos sobre a saúde mundial, essa dinâmica se traduz em cerca de 10% de todas as mortes ocorridas no mundo, atribuídas a doenças contagiosas, uma vez que as zoonoses representam em torno de 60% das doenças contagiosas conhecidas e 75% das doenças contagiosas emergentes.

Além da destinação de áreas específicas para conservação, são fortalecidas ações de fiscalização e controle de atividades degradadoras e ilegais, que têm potencial impacto deletério sobre a biodiversidade e trazem reflexo à saúde humana, tais como: desmatamento, queimadas, destruição de habitats, caça e pesca predatórias, aprisionamento e comercialização de animais silvestres, coleta de plantas silvestres, biopirataria, entre outros.

21 Mais informações sobre o assunto podem ser obtidas no capítulo “Florestas”.



Figura 30 – Fatores de “favorabilidade” à emergência de zoonoses.



Fonte: Fiocruz, 2020.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A enorme biodiversidade encontrada no Brasil apresenta grande potencial econômico, sendo importante fonte de recursos para a alimentação, construção, combustíveis, medicina e cosméticos, entre outros (SHARROCK *et al.*, 2014). Além disso, a alta diversidade de espécies encontrada no País também representa fonte importante de serviços ecossistêmicos, críticos para a vida na Terra. De fato, a biodiversidade apresenta papel crítico para o sustento, bem-estar e saúde, provendo diversos produtos e serviços para a humanidade, tais como regulação do clima, água pura e controle de erosões, entre muitos outros. Um bom conhecimento da biodiversidade do nosso País é a chave para o estabelecimento de políticas públicas e estratégias para a conservação, que permitem a preservação das espécies e dos processos ecológicos e evolutivos necessários para a origem e manutenção da biodiversidade.

A preservação da biodiversidade se torna cada vez mais urgente. De fato, a proteção da biodiversidade representa um seguro importante contra as ameaças globais, representando a base para a sobrevivência da nossa própria civilização. O maior desafio está em conciliar o desenvolvimento do País, incluindo os avanços da agricultura e da pecuária sobre as áreas naturais dos diversos biomas, com a proteção e conservação da biodiversidade.

As mudanças no uso da terra, a perda de habitats, superexploração, poluição, espécies invasoras e mudanças climáticas são fatores que contribuem diretamente para a perda de biodiversidade. A contínua perda de biodiversidade, incluindo a perda ou a degradação de ecossistemas, está reduzindo a capacidade da biodiversidade e dos ecossistemas, de oferecer serviços de apoio à vida, o que, em muitos casos, leva a consequências negativas sobre a saúde e o bem-estar humano.



A valorização da biodiversidade regional pode contribuir para fortalecer e ativar a economia das diferentes regiões do País, além de favorecer o desenvolvimento com agregação de valor e geração de emprego, especialmente com a promoção do turismo, da gastronomia e da bioeconomia. Também é necessário repensar os currículos acadêmicos, com ênfase para os cursos de Biologia, Ciências Agrárias e afins, além de engajar esforços na pesquisa para a descoberta de novas espécies, seus possíveis usos, promovendo a bioprospecção e o desenvolvimento tecnológico de novos produtos, a partir do acesso aos recursos genéticos nativos do Brasil.

A relação da biodiversidade com a saúde das comunidades biológicas habitantes da Terra se dá em diversos níveis e escalas temporais e espaciais. Assim como a saúde das populações humanas, a da biodiversidade também é cada vez mais fortemente impactada por fatores ambientais e socioeconômicos derivados das atividades antrópicas. Nos seus diversos arranjos climáticos e ecossistêmicos, a biodiversidade provém os serviços ambientais, dos quais a

sobrevivência de todos e a economia humana são absolutamente dependentes. No nível de comunidades e populações biológicas, no qual estamos inseridos como espécie generalista, de população imensa e densa, de alta capacidade de dispersão, ocupação de territórios e biomassa, nos tornamos vulneráveis aos próprios impactos, que favorecem a emergência e endemismos de doenças, desigualdades, fome, violência, perda estratégica de recursos para o futuro e aumento de custos para a produção insustentável. Como espécie, parte da biodiversidade (BENTON *et al.*, 2021), coevoluímos com diversos microrganismos que compõem cada um de nós e nos garantem saúde individual e mental.

Pandemias, como a causada pelo novo coronavírus, nos mostra que respostas mais efetivas em relação à emergência de zoonoses oriundas das pressões antrópicas sobre a biodiversidade de determinados ecossistemas passam, necessariamente, pela conservação de áreas específicas, que abrigam diferentes ecossistemas, bem como a regulação e limitação de atividades humanas nessas áreas.



REFERÊNCIAS

- ABREU, A.G.; PÁDUA, J.G.; BARBIERI, R.L. (Org.). **Recursos Genéticos Vegetais para a Alimentação e a Agricultura no Brasil - Relatório Nacional - 2012 a 2019**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2021. 107 p.
- ALELO. **Números da Curadoria de Recursos Genéticos**. Disponível em: <http://alelo.cenargen.embrapa.br/numeros/Executar?acao=Portal.template>. Acesso em: 19 ago. 2021.
- ALVES, M.M.; LOPES, S.F.; ALVES, R.R.N. (2016) Wild vertebrates kept as pets in the semiarid region of Brazil. **Tropical Conservation Science** 9:354-368.
- ALVES, R.R.N.; LIMA, J.R.F.; ARAUJO, H.F. (2013) The live bird trade in Brazil and its conservation implications: an overview. **Bird Conservation International** 23:53-65.
- ALVES, R.R.N.; NOGUEIRA E.; ARAÚJO H.; BROOKS, S. (2010) Bird-keeping in the Caatinga, NE Brazil. **Human Ecology** 38:147-156.
- AMARAL, A. C. Z. Brazilian sandy beaches: characteristics, ecosystem services, impacts, knowledge and priorities. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 64, p. 5-16, 2016.
- ANTONELLI, A., FRY, C., SMITH, R.J., SIMMONDS, M.S.J., (2020). **State of the World's Plants and Fungi 2020**. Royal Botanic Gardens, Kew. DOI: https://doi.org/10.34885/172_
- ARIZZA, V. (2013). Marine biodiversity as source of new drugs. **Italian Journal of Zoology**. 80. 317-318. 10.1080/11250003.2013.830370.
- BARBER-MEYER, S.M. (2010) Dealing with the clandestine nature of wildlife trade market surveys. **Conservation Biology** 24:918-923.
- BARNOSKY, A.D., MATZKE, N., TOMIYA, S., WOGAN, G.O., SWARTZ, B., QUENTAL, T.B., MARSHALL, C., MCGUIRE, J.L., LINDSEY, E.L., MAGUIRE, K.C., MERSEY, B., FERRER, E. A. (2011). Has the Earth's sixth mass extinction already arrived? **Nature** 471, 51-57.
- BATAUS, Y. S. L.; REIS, M. L. (orgs.). 2011. Plano de Ação Nacional para a Conservação da Herpetofauna Insular Ameaçada de Extinção. **Série Espécies Ameaçadas**, 21: 124p. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-plano-de-acao/pan-herpetofauna/pan-herpetofauna-web.pdf>. Acessado em: 24/01/2017.
- BATISTA, G. O. (org.). **Relatório sobre áreas prioritárias para o manejo de javalis: aspectos ambientais, socioeconômicos e sanitários**. Brasília: Ibama; 2019.
- BELLARD, C., CASSEY, P., BLACKBURN, T.M., 2016. Alien species as a driver of recent extinctions. **Biol. Lett.** 12 (2), 20150623.
- BENTON, M.L., ABRAHAM, A., LABELLA, A.L. The influence of evolutionary history on human health and disease. **Nat Rev Genet** 22, 269-283 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41576-020-00305-9>
- BERGIER, I. Effects of highland land-use over lowlands of the Brazilian Pantanal. **Science of the Total Environment**, v. 463, p. 1060-1066, 2013.
- BFG (Brazil Flora Group) 2021. **Flora do Brasil 2020**. 1-28 pp. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. <http://doi.org/10.47871/jbrj2021001>.
- BÖHLKE, J.E., WEITZMAN, S.H., MENEZES, N.A. 1978. Estado atual da sistemática dos peixes de água doce da América do Sul. **Acta Amazônica**, 8(4):657-677.
- BRANDÃO, R.A.; ZANATTA, M. R. V.; SOUZA, E. N. F. 2021. Biodiversity as a complex clockwork. **Heringeriana** 15: 1-16. <https://doi.org/10.17648/heringeriana.v15i1.917957>. Acesso em nov. 2021.



BRASIL. **Brasil: 6º Relatório Nacional para a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB)**. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade. Brasília, DF: MMA, 2020. 1088p. Versão em inglês disponível em: <https://chm.cbd.int/pdf/documents/nationalReport6/249832/1>. Acesso em 24 jun. 2021.

BRASIL (2014a). **Portaria nº 43**, de 31 de janeiro de 2014. Diário Oficial da União. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF, 05 fev. 2014. Seção 1, p. 53-54.

BRASIL (2014b). **Portaria nº 445**, de 17 de dezembro de 2014. Diário Oficial da União. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF, 18 dez. 2014. Seção 1, p. 126-130.

BRUMMITT, N. A., BACHMAN, S. P., GRIFFITHS LEE, J., LUTZ, M., MOAT, J. F., FARJON, A., NIC LUGHADHA, E. M. (2015). Green Plants in the Red: **A Baseline Global Assessment for the IUCN Sampled Red List Index for Plants**. *PLoS One*, 10 (8), 1-22.

BUCKUP, P.A., MENEZES, N.A., GHAZZI, M.S. 2007. **Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil**. Rio de Janeiro. Museu Nacional.

BURTON, J. A. 2003. The context of red data books, with a complete bibliography of the IUCN publications. Pages 291-300. In: H. H. DE IONGH, O. S. B'ANKI, W. BERGMANS. M. J. van derWerff ten Bosch, editors. **The harmonization of red lists for threatened species in Europe**.

BUTCHART, S. H. M., WALPOLE, M., COLLEN, B., VAN STRIEN, A., SCHARLEMANN, J. P. W., ALMOND, R. E. A., WATSON, R. (2010). Global biodiversity: indicators of recent declines. **Science**, 328 (5982), 1164-8.

CBD. Secretariat of the Convention on Biological Diversity (SCBD). **Agricultural biodiversity**. Disponível em: <https://www.cbd.int/agro>.

CEBALLOS, G., EHRLICH P.R., BARNOSKY A.D., GARCÍA A., PRINGLE R.M.; PALMER T.M. (2015). Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction. **Sciences Advances** 1 (5). DOI: 10.1126/sciadv.1400253

CHAME, M.; BRANDÃO, M.L.(Coord.) Biodiversidade e saúde: complexidades, construções e desafios. Série Fiocruz; Documentos institucionais; **Coleção saúde, ambiente e sustentabilidade**, v.3. Fiocruz, 2018.

CHASE, J.M., BLOWES, S.A., KNIGHT, T.M. Ecosystem decay exacerbates biodiversity loss with habitat loss. **Nature** **584**, 238-243 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2531-2>

CHEEK, M., *et al.* 2020. **New scientific discoveries: Plants and fungi**. *PPP* 2: 371-388.

CONABIO, Resolução n. 07, de 29 de maio de 2018. Anexo. Publicado em: 13/06/2018 | Edição: 112, Seção: 1, Página: 69 Órgão: **Ministério do Meio Ambiente/Secretaria de Biodiversidade**.

CONABIO. **Deliberação Conabio nº 62**, de 26 de abril de 2017.

DAI, C.; ZHANG, C. (2017) The local bird trade and its conservation impacts in the city of Guiyang, southwest China. **Regional Environmental Change**. <http://dx.doi.org/10.1007/s10113-017-1141-5>. Acesso em 24 de novembro de 2016.

DE CASTRO, Alisson Silva; ANDRADE, Daniel Caixeta. O custo econômico do desmatamento da Floresta Amazônica brasileira (1988-2014). **Perspectiva Econômica**, v. 12, n. 1, p. 1-15, 2016.

DESTRO, G.F.G; PIMENTEL, T.L.; SABAINI, R.M.; BORGES, R.C.; BARRETO, R. (2012) Efforts to Combat Wild Animals Trafficking in Brazil. In: LAMEED, G.A. (Ed.) **Biodiversity Enrichment in a Diverse World** (421-436). Cap. 16. Croacia: InTech.

DESTRO, G.F.G.; DE MARCO, P.; TERRIBILE, L.C. (2019) Comparing environmental and socioeconomic drivers of illegal capture of wild birds in Brazil. **Environmental Conservation**, 47:46-51. doi:10.1017/S0376892919000316

DIAMOND, J. M. (1972). Biogeographic kinetics: Estimation of relaxation times for avifaunas of Southwest Pacific islands. **Proceeding of the National Academy of Sciences** 69:3199-3203.



DIAS, B.; DA SILVA M; MARINELLO, L. R. 2021. Comentários e recomendações para regulamentar o Protocolo de Nagoia no Brasil. *REVISTA DA ABPI*, v. 171, p. 28-49.

DRIVER, M.; RAIMONDO, D.; MAZE, K.; PFAB, M. F.; HELME, N. A. 2009. Applications of the Red List for conservation practitioners. In: RAIMONDO, D.; VON STADEN, L.; FODEN, W.; VICTOR, J. E.; HELME, N. A.; TURNER, R. C.; KAMUNDI, D.A.; MANYAMA, P.A. (eds). **Red List of South Africa Plants**, Strelitzia, 25. Pretoria: South Africa National Biodiversity Institute-SANBI.

DUFFY, R. (2016) The illegal wildlife trade in global perspective. In: ELLIOTT, L.; SCHAEDLA, W.H. (Eds). *Handbook of Transnational Environmental Crime*. Cap. 6. Cheltenham, Glos northampton, Massachusetts: **Edward Elgar Publishing**.

DUTRA R.C., M. M. CAMPOS, A.R.S. SANTOS, J. B. CALIXTO. Medicinal plants in Brazil: Pharmacological studies, drug discovery, challenges and perspectives. **Pharmacological Research**, 112:4-29. 2016. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2016.01.021>.

ENVIRONMENT CANADA, 2003. Species at Risk Act, A Guide. **National Library of Canada**: 26 p.

FAITH, D. (2021) **Biodiversity, The Stanford Encyclopedia of Philosophy**, Edward N. Zalta (ed.), Spring Edition.

FAUSET, S., M.O. JOHNSON, (...) O.L. PHILLIPS (2015) Hyperdominance in Amazonian forest carbon cycling. **Nature Communications** 6: 6857.

FERNANDES-FERREIRA, H.; MENDONÇA, S.V.; ALBANO, C.; FERREIRA, F.S.; ALVES, R.R.N. (2012) Hunting, use and conservation of birds in northeast Brazil. **Biodiversity and Conservation** 21:221-244.

FERREIRA, C.M.; GLOCK, L. (2004) Diagnóstico preliminar sobre a avifauna traficada no Rio Grande do Sul, Brasil. **Biociências** 12:21-30.

FORZZA, R C. *et al.* (2012) New Brazilian Floristic List Highlights Conservation Challenges. **BioScience**, V.62. n.1: 39-45. DOI: 10.1525/bio.2012.62.1.8.

FORZZA, RC., org., *et al.* Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. **Catálogo de plantas e fungos do Brasil [online]**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio: Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010. 871 p. Vol. 1. ISBN 978-85-8874-242-0.

FREITAS, A.C.P. de; OVIEDO-PASTRANA, M.E.; VILELA, D.A. da R.; PEREIRA, P.L.L.; LOUREIRO, L. de O.C.; HADDAD, J.P.A.; MARTINS, N.R. da S.; SOARES, D.F. de M. (2015) Diagnóstico de animais ilegais recebidos no centro de triagem de animais silvestres de Belo Horizonte, Estado de Minas Gerais, no ano de 2011. **Ciência Rural** 45:163-170.

FULLER, R. A.; MCGOWAN, P. J.K.; CARROLL, J. P.; DEKKER, R. W.R.J.; GARSON, P. J. (2003). What does IUCN species action planning contribute to the conservation process. **Biological Conservation**, 112: 343-349.

GAMA, T.F.; SASSI, R. (2008) Aspectos do comércio ilegal de passaros silvestres na cidade de João Pessoa, Paraíba, Brasil. **Gaia Scientia** 2:1-20.

GOMES, V. H. F., VIEIRA, I. C. G., SALOMÃO, R. P.; TER STEEGE, H. (2019). Amazonian tree species threatened by deforestation and climate change. **Nature Climate Change**, 9(7), 547-553. <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0500-2>

HANSEN, A.; LI, A.; JOLY, D.; MAKARU, S.; BROWNSTEIN, J. (2012) Digital Surveillance: a novel approach to monitoring the illegal wildlife trade. **PloS ONE** 7(12): e51156.

HOPKINS, M.J. Modelling the known and unknown plant biodiversity of the Amazon basin. **J. Biogeogr.** 34: 1400-1411.

HORTAL J., BELLO F., DINIZ-FILHO J.A.F., LEWINSOHN T.M., LOBO J.M.; LADLE R.J. (2015). Seven shortfalls that beset largescale knowledge of biodiversity. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics** 46: 523-549. <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-112414-054400>



HOWES et al. (2020). Molecules from nature: Reconciling biodiversity conservation and global healthcare imperatives for sustainable use of medicinal plants and fungi. **Plants, People, Planet** 2(5). DOI: <https://doi.org/10.1002/ppp3.10138>

HOWES M. R., C. L. QUAVE, J. COLLEMARE et al. Molecules from nature: Reconciling biodiversity conservation and global healthcare imperatives for sustainable use of medicinal plants and fungi. **Plants People Planet**, Volume 2, (5): 463-481, 2020 . <https://doi.org/10.1002/ppp3.10138>

HUGHES, B.; DUGGER, B.; CUNHA, H. J.; LAMAS, I.; GOERCK J.; LINS, L.; SILVEIRA, L. F.; ANDRADE, R.; BRUNO S. F.; RIGUEIRA, S.; BARROS, Y. M. 2006. Plano de Ação para a Conservação do Pato-mergulhão *Mergus octosetaceus*. **Série Espécies Ameaçadas, 3**: 86p. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-plano-de-acao/panmergulhao.pdf>. Acessado em 24/01/2017.

HUMPHREYS A.M., GOVAERTS R., FICINSKI S.Z., NIC LUGHADHA E., VORONTSOVA M.S. (2019) Global dataset shows geography and life form predict modern plant extinction and rediscovery. **Nature Ecology & Evolution** 3,1043-1047. doi:10.1038/s41559-019-0906-2

IBAMA. 2004. Plano de Ação para a Conservação do mutum-do-sudeste, *Crax blumenbachii*. **Série Espécies Ameaçadas nº1**: 66p. Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-plano-de-acao/pan-mutum-sudeste/crax_blumenbachi.pdf. Acessado em: 24/01/2017.

IBAMA. 2006. Plano de manejo da arara-azul-de-lear (*Anodorhynchus leari*). **Série Espécies Ameaçadas, 4**: 78p. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-plano-de-acao/pan-arara-de-lear/arara-azul-de-lear.pdf>. Acessado em:24/01/2017.

IBAMA. Dados abertos. Disponível em: <http://dadosabertos.ibama.gov.br/dataset/fiscalizacao-infracao>. Acesso em 20/07/2021.

IBAMA. 2020a. **Plano nacional de prevenção, controle e monitoramento do coral-sol (*Tubastraea spp.*) no Brasil**/Diretoria de Uso Sustentável da Biodiversidade e Florestas. – Brasília, DF: IBAMA, 2020.

IBAMA. 2020b. **Plano nacional de prevenção, controle e monitoramento do mexilhão-dourado (*Limoneperna fortunei*) no Brasil** / Diretoria de Uso Sustentável da Biodiversidade e Florestas. – Brasília, DF: IBAMA, 2020.

IBAMA. **Relatório Técnico de Gestão do Manejo de Javalis no Brasil 2013 a 2016/Diretoria de Uso Sustentável da Biodiversidade e Florestas**. – Brasília, DF: IBAMA, 2018.

IBAMA. Relatórios não publicados. Diretoria de Uso da Biodiversidade e Florestas, Brasília, DF, 2021.

IBAMA. **Sumário Executivo do Plano Nacional de Prevenção, Controle e Monitoramento do Javali (*Sus scrofa*)**/Diretoria de Uso Sustentável da Biodiversidade e Florestas. – Brasília, DF: IBAMA, 2019.

ICMBIO, 2013. **Instrução Normativa nº 34**, de 17 de outubro de 2013. Disciplina as diretrizes e procedimentos para a Avaliação do Estado de Conservação das Espécies da Fauna Brasileira, a utilização do sistema ESPÉCIES e a publicação dos resultados, e cria a Série Fauna Brasileira. Diário Oficial da União. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Brasília, DF, 18 out. 2013. Seção 1, p. 93-94.

ICMBIO, 2020. **Instrução Normativa nº 09**, de 11 de agosto de 2020. Disciplina as diretrizes e procedimentos para a Avaliação do Risco de Extinção das Espécies da Fauna Brasileira, a utilização do Sistema de Avaliação do Risco de Extinção da Biodiversidade - SALVE, a política de dados e a publicação dos resultados. Diário Oficial da União. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Brasília, DF, 19 ago. 2020. Seção 1, p. 53.

ICMBIO, 2021. **Sistema de Avaliação do Risco de Extinção da Biodiversidade – SALVE**. Dados não publicados. Disponível em <https://salve.icmbio.gov.br/salve/>. Acesso em: 08 de jul. de 2021

ICMBIO. 2008a. Plano de Ação Nacional para Conservação das Aves de Rapina. **Série Espécies Ameaçadas, 5**: 136 p. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-plano-de-acao/panaverapina.pdf>. Acessado em 24/01/2017.



ICMBIO. 2008b. Plano de ação nacional para a conservação dos Galliformes ameaçados de extinção (acaruãs, jacus, jacutingas, mutuns e urus). **Série Espécies Ameaçadas, 6**: 88p. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-plano-de-acao/pan-galiformes/pan-galiformes.pdf>. Acessado em: 24/01/2017.

ICMBIO. 2008c. Plano de ação nacional para a conservação do mutum-de-alagoas (mitu mitu = *Pauxi mitu*). **Série Espécies Ameaçadas, 7**: 48p. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-plano-de-acao/panmutumalagoas.pdf>. Acessado em: 24/01/2017.

ICMBIO. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 2018. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**. Brasília: ICMBio. 4162 p.

ICMBIO, 2018a. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**: Volume I, 1ª. Edição, Brasília, DF: 492 p.

ICMBIO, 2018b. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**: Volume VI - Peixes. 1a. Edição, Brasília, DF: 1232 p.

IHME (2014). GBD 2010, GBD Compare. Disponível em inglês em: <http://viz.healthmetricsandevaluation.org/gbdcompare>

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE (IUCN), 2021. **The IUCN Red List of Threatened Species**. Version 2021-1. Disponível em: <https://www.iucnredlist.org>. Acesso em: nov. 2021.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE (IUCN). **Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria**. Version 14. IUCN, 2019.113 p.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE (IUCN)/SSC. 2008. **Strategic Planning for Species Conservation: A Handbook**. The Species Conservation Planning Task Force. Species Survival Commission, IUCN, Gland, Switzerland. 123 p.

IPEA, 2011. O Comércio Internacional e a Sustentabilidade Socioambiental no Brasil. **Série Eixos do Desenvolvimento Brasileiro** n.79.

KOLAR, C.S.; LODGE, D.M. (2001) Progress in invasion biology: predicting invaders. **Trends in Ecology & Evolution** 16:199-204.

KUHNEN, V.V.; REMOR, J.O.; LIMA, R.E.M. (2012) Breeding and trade of wildlife in Santa Catarina state, Brazil. **Brazilian Journal of Biology** 72:59-64.

LAPIG - Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento, 2020. **Atlas Digital das Pastagens Brasileiras**, dados de 2018. URL: <https://www.lapig.iesa.ufg.br/lapig/index.php/produtos/atlas-digital-das-pastagens-brasileiras> (acesso em 20 de junho de 2021).

LAWSON, K.; VINES, A. (2014) Global impacts of the illegal wildlife trade: the costs of crime, insecurity and institutional erosion. Londres: **Chatham House**.

LEWINSOHN, T. M.; PRADO, P. I. How Many Species Are There in Brazil? **Conserv Biol**. v. 19, n. 3, p. 619-624, 2005.

LICARIÃO, M.R.; BEZERRA, D.M.M.; ALVES, R.R.N. (2013) Wild birds as pets in Campina Grande, Paraíba State, Brazil: an ethnozoological approach. **Annals of the Brazilian Academy of Sciences** 85:201-213.

LUIZ, O.J.; SANTOS, W.C.R.; MARCENIUK, A.; ROCHA, L.A.; FLOETER, S.R.; BUCK, C.E.; KLAUTAU, A.G.C.M.; FERREIRA, C.E.L. 2021. Multiple lionfish (*Pterois* spp.) new occurrences along the Brazilian coast confirm the invasion pathway into the Southwestern Atlantic. **Biological Invasions**, 2021; DOI: 10.1007/s10530-021-02575-8

MACHADO, A.B.M.; DRUMMOND, G.M.; PAGLIA, A.P. 2008. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**. Ministério do Meio Ambiente e Fundação Biodiversitas. 1420 p.

MACLAURIN, J.; K. STERELNY. 2008 What is Biodiversity? Chicago: **University of Chicago Press**.



MALIK, Abdul; FENSHOLT, Rasmus; MERTZ, Ole. Mangrove exploitation effects on biodiversity and ecosystem services. **Biodiversity and Conservation**, v. 24, n. 14, p. 3543-3557, 2015.

MARINI, M.A.; GARCIA, F.I. (2005) Bird Conservation in Brazil. **Conservation Biology** 19:665-671.

MARTINELLI G., MARTINS E., MORAES M., LOYOLA R., AMARO R. (2018) **Livro vermelho da flora endêmica do estado do Rio de Janeiro**. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Andrea Jakobsson, Rio de Janeiro. 456p.

MARTINELLI, G., MORAES, M.A. (Eds.), 2013. **Livro Vermelho da Flora do Brasil**. Andrea Jakobsson: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1100 p.

MARTINS, E., MARTINELLI, G., LOYOLA, R. Brazilian efforts towards achieving a comprehensive extinction risk assessment for its known flora. **Rodriguésia**. Vol: 69, p. 1529-1537, 2018. doi: 10.1590/2175-7860201869403

MARTINS, E.M., FERNANDES, F.M., MAURENZA, D., POUGY, N., LOYOLA, R., MARTINELLI, G. (Orgs.), 2014. Plano de Ação Nacional para a Conservação do Faveiro-de-Wilson (*Dimorphandra wilsonii* Rizzini). Andrea Jakobsson Estúdio: **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro. 52 p.

MILLER, Rebecca M. National threatened species listing based on IUCN criteria and regional guidelines: current status and future perspectives. **Conservation biology** 21.3 (2007): 684-696. NBR 6023

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Estratégia e Plano de Ação Nacionais para a Biodiversidade – EPANB**. Brasília: MMA, 2017. Disponível em: https://antigo.mma.gov.br/images/arquivo/80049/EPANB/EPANB_PORT.pdf. Acesso em: 24 jun. 2021.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2003. **Lista das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçados de Extinção**. Instrução Normativa nº 3, de 26 de maio de 2003. Diário Oficial da União nº 101, Seção 1, 28/05/2003, p. 88-97.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2004. **Lista Nacional das Espécies de Invertebrados Aquáticos e Peixes Ameaçados de Extinção**. Instrução Normativa nº 5, de 21 de maio de 2004. Diário Oficial da União, 102, Seção 1, 28/05/2004, p. 136-142.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2008. **Lista oficial das espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção. Anexos I e II**. Instrução Normativa Nº 6 de 23 de setembro de 2008. Diário Oficial da União, 185, Seção 1. 24/09/2008, p. 75-83.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Processo Brasileiro de Construção da Estratégia e Plano de Ação Nacionais para a Biodiversidade (EPANB) - Caminhos e Lições Aprendidas**. Brasília: MMA, 2018. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/images/arquivo/80049/EPANB/EPANB%20Caminhos%20e%20licoes%20aprendidas.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2021.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Quarto Relatório Nacional para a Convenção sobre Diversidade Biológica: Brasil. (**Série Biodiversidade, 38**) Brasília: MMA, 2011. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/publicacoes/biodiversidade/category/142-serie-biodiversidade.html?download=929:serie-biodiversidade-biodiversidade-38>. Acesso em: 24 jun. 2019.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Espécies Exóticas Invasoras: Situação Brasileira**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas, 2006. 23 p.

MOUILLOT, D., BELLWOOD D.R., BARALOTO C. (2013) Rare species support vulnerable functions in high-diversity ecosystems. **PLoS Biol.** 11: e1001569.

MYERS, N. (1988). **Threatened biotas: 'hotspots' in tropical forests**. *Environmentalist*, 8 (3): 1-20.

NARVÁEZ-GÓMEZ, J.P., T. GUEDES; L.G. LOHMANN (2021) Recovering the drivers of sampling bias in *Bignoniae* (Bignoniaceae) and identifying priority areas for new survey efforts. **Biodiversity and Conservation** <https://doi.org/10.1007/s10531-021-02195-7>



NASCIMENTO, C.A.R.; CZABAN, R.E.; ALVES, R.R.N. (2015) Trends in illegal trade of wild birds in Amazonas state, Brazil. **Tropical Conservation Science** 8:1098-1113.

NIC LUGHADHA, E., BACHMAN, S. P., LEÃO, T., FOREST, F., HALLEY, J. M., MOAT, J., ... WALKER, B. E. (2020). Extinction risk and threats to plants. **Plants, People, Planet**, 2(5), 389-408.

NMFS (National Marine Fisheries Service). 2004. Interim Endangered and Threatened Species Recovery Planning Guidance. Version 1. Disponível em: <http://www.nmfs.noaa.gov/pr/pdfs/recovery>. Acesso em 15 jun 2013.

NOBRE, Carlos A. et al. Land-use and climate change risks in the Amazon and the need of a novel sustainable development paradigm. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 113, n. 39, p. 10759-10768, 2016.

NOVACEK, M. (2001). The Biodiversity Crisis: Losing What Counts. **The New Press**.

OLIVEIRA U., PAGLIA A.P., BRESOVIT A.D., et al. (2016). The strong influence of collection bias on biodiversity knowledge shortfalls of Brazilian terrestrial biodiversity. **Diversity and Distributions** 22(12): 1232-1244. <https://doi.org/10.1111/ddi.12489>

PAULA, R. C. P.; MEDICI, P.; MORATO, R. G. (orgs.). 2007. **Plano de Ação para Conservação do Lobo-guará: Análise de Viabilidade Populacional e de Habitat (PHVA)**. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Brasília, DF. 158p.

PEJCHAR, L., MOONEY, H.A., 2009. Invasive species, ecosystem services and human wellbeing. **Trends Ecol. Evol.** 24 (9), 497-504. <https://doi.org/10.1016/j>.

PHELPS, J.; BIGGS, D.; WEBB, E.L. (2016) Tools and terms for understanding illegal wildlife trade. **Frontiers in Ecology and the Environment** 14:479-489.

POUGY, N., MARTINS, E., VERDI, M., FERNANDEZ, E., LOYOLA, R., SILVEIRA-FILHO, T.B., MARTINELLI, G. (Orgs.), 2018. **Plano de Ação Nacional para Conservação da Flora Endêmica Ameaçada de Extinção do Estado do Rio de Janeiro**. Secretaria de Estado do Ambiente-SEA: Andrea Jakobsson Estúdio, Rio de Janeiro, 80 p.

POUGY, N., VERDI, M., MARTINS, E., LOYOLA, R., MARTINELLI, G. (Orgs.), 2015a. Plano de Ação Nacional para a conservação da flora ameaçada de extinção da Serra do Espinhaço Meridional. CNCFlora: **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**: Laboratório de Biogeografia da Conservação: Andrea Jakobsson Estúdio, Rio de Janeiro, 100 p.

POUGY, N., VERDI, M., MARTINS, E., MAURENZA, D., LOYOLA, R., MARTINELLI, G. (Orgs.), 2015b. Plano de Ação Nacional para a conservação da flora ameaçada de extinção da região de Grão Mogol-Francisco Sá. CNCFlora: **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**: Laboratório de Biogeografia da Conservação: Andrea Jakobsson Estúdio, Rio de Janeiro, 76 p.

PRANCE G.T. Floristic Inventory of the Tropics: Where Do We Stand? **Annals of the Missouri Botanical Garden**. 1977; 64(4): 659-684.

PURVIS, A., AGAPOW, P. M., GITTLEMAN, J. L.; MACE, G. M. (2000). Nonrandom extinction and the loss of evolutionary history. **Science** 288(5464), 328-330. <https://doi.org/10.1126/science.288.5464.328>

QUEIROZ, L. A. L.; ARAUJO T. S.; ANDRADE, M. H. C. Macauba pulp oil bleaching using commercial adsorbent and activated carbon from endocarp of the own fruit. **Journal of Chemical Engineering and Chemistry**, v. 2, p. 57-69, 2016.

RABY, M. (2017) American Tropics: The Caribbean roots of biodiversity science. **The University of North Carolina Press**, Chapel Hill.

RATCHFORD, M.; ALLGOOD, B.; TODD, P. (2013) Criminal Nature: the global security implications of the illegal wildlife trade. Washington: IFAW. <http://www.ifaw.org/united-states/resource-centre/criminal-nature-globalsecurity-implications-illegal-wildlife-tra-0>. Acesso em 14 de junho de 2017.



REIS, R.E., KULLANDER, S.O., FERRARIS, C.J.Jr. (Eds.). 2003. **Check List of the Freshwater Fish of South and Central America**. Porto Alegre. Edipucrs.

REIS, R.E., ALBERT, J.S., DI DARIO, F., MINCARONE, M.M., PETRY, P., ROCHA, L.A. 2016. Fish biodiversity and conservation in South America. **Journal of Fish Biology**, 89(1):12-47. <https://doi.org/10.1111/jfb.13016>

RENÓ, Vivian; NOVO, Evlyn; ESCADA, Maria. Forest fragmentation in the lower Amazon floodplain: Implications for biodiversity and ecosystem service provision to riverine populations. **Remote sensing**, v. 8, n. 11, p. 886, 2016.

RESENDE, Fernando M. et al. Consequences of delaying actions for safeguarding ecosystem services in the Brazilian Cerrado. **Biological Conservation**, v. 234, p. 90-99, 2019.

RIBEIRO, Elaine MS et al. Chronic anthropogenic disturbance drives the biological impoverishment of the Brazilian Caatinga vegetation. **Journal of Applied Ecology**, v. 52, n. 3, p. 611-620, 2015.

RITO, Kátia F. et al. Precipitation mediates the effect of human disturbance on the Brazilian Caatinga vegetation. **Journal of Ecology**, v. 105, n. 3, p. 828-838, 2017.

ROCHA-CAMPOS, C. C.; CÂMARA, I. G. (orgs.). 2011. Plano de ação nacional para conservação dos mamíferos aquáticos: grandes cetáceos e pinípedes. **Série Espécies Ameaçadas**, 14: 156p. Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-plano-de-acao/pan-gdes_cetaceos_sirenios/livro_grandescetaceos_icmbio-web.pdf. Acessado em: 24/01/2017.

ROSA, C.A. da; ZENNI, R.; ZILLER, S.R.; CURTI, N. de A.; PASSAMANI, M. (2018) Assessing the risk of invasion of species in the pet trade in Brazil. **Perspectives in Ecology and Conservation** 16:38-42.

SARKAR, S. (2005) Biodiversity and Environmental Philosophy: An Introduction, (Cambridge Studies in Philosophy and Biology), Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9780511498558

SCARANO F.R.; QUEIROZ H.L.; FARINACI J.S.; ALMEIDA T.H.M.P.; CASTRO P.F.D.; DALCIN E.; DRU - CKER D.P.; GONÇALVES L.R.; LANDEIRO M.P.; MONTEIRO FILHO C.J.; PADGURSCHI M.C.G.; VOGT N.; LOYOLA R.D.; MELO F.; CERVONE C.O.F.O.; STRASSBURG B. Capítulo 5: Opções de governança e tomada de decisão através de escalas e setores. In: JOLY C.A.; SCARANO F.R.; SEIXAS C.S.; METZGER J.P.; OMETTO J.P.; BUS - TAMANTE M.M.C.; PADGURSCHI M.C.G.; PIRES A.P.F.; CASTRO P.F.D.; GADDA T.; TOLEDO P. (eds.) (2019). **1º Diagnóstico Brasileiro de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos**. Editora Cubo, São Carlos, p.351.

SCHULZ, Christopher et al. Prospects for payments for ecosystem services in the Brazilian Pantanal: A scenario analysis. **The Journal of Environment & Development**, v. 24, n. 1, p. 26-53, 2015.

SEIXAS C.S.; GONÇALVES L.R.; LIMA A.G.M.; ADAMS C.; OVERBECK G.E.; AZEVEDO S.M.F.O.; DA CUNHA M.C.; CONFALONIERI U.E.C.; ELOY L.; EMPERAIRE L.; IMPERATRIZ-FONSECA V.L.; QUEIROZ H.L.; KERR R.; LONDE L.R.; MENEZES J.A.; CERVONE C.O.F.O.; PRADO R.B.; VIEIRA S.A.; SARAIVA A. Capítulo 2: Contribuições da natureza para a qualidade de vida. In: JOLY C.A.; SCARANO F.R.; SEIXAS C.S.; METZGER J.P.; OMETTO J.P.; BUSTAMANTE M.M.C.; PADGURSCHI M.C.G.; PIRES A.P.F.; CASTRO P.F.D.; GADDA T.; TOLEDO P. (eds.) (2019). **1º Diagnóstico Brasileiro de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos**. Editora Cubo, São Carlos, p.351.

SHARROCK S., OLDFIELD, S; WILSON, O. (2014). **Plant Conservation Report 2014**: A Review of progress in implementation of the Global Strategy for Plant Conservation 2011-2020.

SICK, H. (1997) **Ornitologia brasileira**. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira.

SILVA, E.M.; BERNARD, E. (2016) **Inefficiency in the fight against wildlife crime in Brazil**. *Oryx* 50:468-473.

SOUTO, W.M.S.; TORRES, M.A.R.; SOUSA, B.F.C.F.; LIMA, K.G.G.C.; VIEIRA, L.T.S.; PEREIRA, G.A.; Guzzi, A.; SILVA, M.V.; PRALON, B.G.N. (2017) Singing for cages: The use and trade of passeriformes as wild pets in an economic center of the Amazon - NE Brazil route. **Tropical Conservation Science** 10:1-19.



SOUZA, E. C. F. de; BRANT, A.; RANGEL, C. A.; BARBOSA, L. E.; CARVALHO, C. E. G. de; JORGE, R. S. P.; SUBIRÁ, R. J.. Avaliação do Risco de Extinção da Fauna Brasileira: Ponto de Partida para a Conservação da Biodiversidade. *Diversidade e Gestão* 2(2): 62-75. 2018. Volume Especial: **Conservação in situ e ex situ da Biodiversidade Brasileira.**

TILMAN, D., MAY, R.M., LEHMAN, C.; NOWAK, M.A. (1994). Habitat destruction and the extinction debt. **Nature** **371** (65).

UNGA. Resolution 70/1, **Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development:** Doc A/RES/70/1 (25 September 2015), disponível em: https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A_RES_70_1_E.pdf.

WARREN, R., PRICE, J., GRAHAM, E., FORSTENHAEUSLER, N.; VanDerWal, J. (2018). The projected effect on insects, vertebrates, and plants of limiting global warming to 1.5 °C rather than 2 °C. **Science**, **360**(6390), 791-795. <https://doi.org/10.1126/science.aar3646>

WILSON, E. O. (1988). The current state of World's biodiversity. Biodiversity. **National Academy**, Washington DC.

ZALBA, S. M.; ZILLER, S. R. Propostas de ação para prevenção e controle de espécies exóticas invasoras. **Natureza & Conservação** **5**, p. 8-15, 2007.

