



A Biodiversidade na Era da Globalização: Mercado Internacional e Degradação Ambiental como Vetores de Simplificação da Biosfera

Frederico Monteiro Neves ¹

Luciano Celso Brandão Guerreiro Barbosa ²

Joanna Maria da Cunha de Oliveira Santos Neves ³

RESUMO

A introdução de espécies exóticas nos territórios caracterizou parte da história humana, contribuindo para a expansão do sistema econômico. Entretanto, a globalização hegemônica atual, devido ao seu ritmo, intensidade e à extensão da degradação ambiental que lhe é peculiar, tem conduzido à introdução de espécies exóticas e à perda e homogeneização da biodiversidade em escalas inéditas. O objetivo deste trabalho é investigar os processos relacionados à globalização que contribuem para a intensificação do processo de perda e simplificação da biodiversidade do planeta. Para tanto, foi realizada pesquisa em bases de dados secundários e documentos, além de revisão da literatura. Os resultados indicam que com a intensificação dos processos relacionados à globalização, a partir de meados do século XX, está em curso um processo de homogeneização da biosfera sem precedentes na história do Planeta. Além das implicações evolutivas e ecológicas, a própria reprodução das sociedades humanas estaria comprometida em um contexto de menor diversidade biológica.

Palavras-Chave: Biodiversidade; Globalização; Bioinvasão; Mudanças Ambientais Globais.

¹ Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento pela Universidade Federal do Paraná, UFPR, Brasil. Professor na Universidade Federal do Sul da Bahia, UFSB, Brasil. fmonteironeves@yahoo.com.br

² Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento pela Universidade Federal do Paraná, UFPR, Brasil. Professor na Universidade Federal de Alagoas (Campus do Sertão), UFAL, Brasil. lucianocbgb@hotmail.com

³ Doutorado em Geociências (Geoquímica) pela Universidade Federal Fluminense, UFF, Brasil. Professora na Universidade Federal do Sul da Bahia, UFSB, Brasil. joanna_cunha_santos@yahoo.com.br

Muitos estudos têm demonstrado que a troca de componentes da biodiversidade entre regiões do planeta tem causado modificações nos ecossistemas (Simberloff et al. 2005; Strayer et al. 2006; Lenzen et al. 2012), processo este intensificado pela degradação de ecossistemas, fragmentação de habitats, superexploração de espécies para uso humano, aumento da ocorrência de doenças, além das mudanças climáticas (McKinney & Lockwood 1999; IPCC 2014; Newbold et al. 2016). A soma destas modificações em nível planetário parece estar conduzindo a uma perda líquida global de diversidade biológica (Vitousek et al. 1997; Simberloff 2005; Hulme 2009), que resulta em um planeta menos diverso em termos biológicos.

Todos esses processos compõem o quadro geral das mudanças ambientais globais modernas, caracterizado pelas mudanças climáticas, perda de biodiversidade, alteração dos ciclos biogeoquímicos do nitrogênio e fósforo, alterações no uso do solo, entre outros (Steffen et al. 2015a). Principalmente após a metade do século XX, no pós 2ª Guerra Mundial, denominado de “a grande aceleração”, as sociedades humanas, sobretudo àquelas do capitalismo central, teriam expandido fortemente suas atividades sobre os ecossistemas do planeta (Porto-Gonçalves 2006), alterando de tal forma os processos biofísicos que estaríamos ultrapassando os limites de regeneração de muitos desses sistemas alterados, a exemplo da manutenção de ecossistemas e sua biodiversidade ou os processos de ciclagem de carbono (Steffen et al. 2015b; Rockström et al. 2009, Newbold et al. 2016).

Atualmente, a perda de biodiversidade global é um dos principais temas ambientais tratados pela ciência e pelo mundo político, pois impacta diretamente na oferta dos serviços ecossistêmicos às sociedades humanas (Hulme 2009; Pysek & Richardson 2010). A Convenção sobre Diversidade Biológica da ONU, estabelecida em 1992 na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, introduziu na arena política esta temática, que desde então passou a ser uma agenda importante no nível internacional (Ribeiro & Sant’Anna 2012).

A questão central dessa discussão reside no fato de que o aumento do fluxo de mercadorias e pessoas tem propiciado a chegada cada vez mais intensa de espécies exóticas em regiões degradadas, favorecendo, em muitos casos, o estabelecimento destas espécies em detrimento das espécies locais, levando, em última instância, a um processo de empobrecimento da biosfera (McKinney & Lockwood 1999). Este período tem sido denominado por alguns pesquisadores de “Homogoceno”, numa analogia à redução da complexidade biológica do planeta (Redford & Brosius 2006), ou ainda de “Antropoceno” (Crutzen 2002), ou seja, um período geológico marcado pela preponderância da espécie humana em termos de alteração dos processos biogeoquímicos do planeta.

Frederico M. Neves; Luciano Celso B. G. Barbosa; Joanna Maria da C. de O. S. Neves

Uma peça chave para se entender este processo de homogeneização da biodiversidade é a compreensão de como espécies adaptadas a uma determinada região do planeta são transportadas e se adaptam a outras regiões muito distantes. Este processo é chamado de bioinvasão e tem causado muitos problemas econômicos e ecológicos a vastas regiões do planeta (Bright 1999; Facon et al. 2006; Hulme 2009; Lenzen et al. 2012). O ser humano é o maior vetor de disseminação desta homogeneização em tempos da globalização⁴, indo desde a introdução de espécies domésticas para a agricultura, pecuária, silvicultura, passando pelo transporte de espécies exóticas em águas de lastro, o comércio de espécies da fauna e flora, até a disseminação de doenças causadas por microorganismos (Crosby 1993; Hulme 2009).

A globalização neoliberal hegemônica é caracterizada pela facilitação da circulação do capital pelo planeta (Frieden 2008), o que tem levado a alterações territoriais em regiões antes desconectadas da lógica de produção e consumo capitalistas, a exemplo de regiões da Amazônia, da África e Ásia (Porto-Gonçalves 2006). Esta seria umas das globalizações em curso, que valoriza acima de tudo a perspectiva do mercado (Santos 2006).

É importante frisar que não é intenção dos autores aprofundar a discussão sobre as causas estruturais do processo ou processos relacionados à globalização hegemônica, que não é homogêneo, tampouco consensual, estando imerso em assimetrias e relações de poder (Porto-Gonçalves 2006). Busca-se utilizar alguns dos indicadores materiais deste processo que tem favorecido a troca de componentes da biodiversidade entre regiões e que caracterizam as mudanças ambientais globais (Rockström et al. 2009).

Diante desse quadro, o objetivo deste trabalho é investigar a relação entre os processos da globalização (fluxos materiais e alterações territoriais) e a troca de componentes da biodiversidade em nível planetário. Neste sentido, são apresentados elementos contextuais para discutir o argumento de que com a crescente intensificação dos processos oriundos da globalização hegemônica a partir de meados do século XX, que propiciou uma rápida evolução nos fluxos de mercadorias e pessoas, e da degradação cada vez mais crescente dos ecossistemas, está em curso um processo de perda de biodiversidade e de homogeneização da biosfera sem precedentes na história da humanidade.

Este artigo se divide em cinco seções além desta introdução: na primeira é apresentada a abordagem metodológica; a segunda parte trata dos indicadores do processo de globalização e da

⁴ Esta poderia ser denominada como uma globalização hegemônica moderna, haja vista que o processo de globalização é um aspecto intrínseco a história da evolução humana, como pode ser observado em Crosby (1993) e Frieden (2008), por exemplo.

degradação dos ecossistemas; na sequência são apresentadas as ameaças da globalização recente sobre a biodiversidade por meio de dados sobre bioinvasão e o mercado internacional; em seguida é feita discussão sobre a velocidade e a intensidade dessas alterações impostas à biodiversidade; por fim, são apresentadas as considerações finais.

ABORDAGEM METODOLÓGICA

O presente trabalho tem caráter quantitativo e descritivo, apoiando-se em procedimentos da pesquisa documental e bibliográfica para contextualizar os dados disponíveis sobre o fluxo de mercadorias e pessoas pelo planeta com os dados sobre degradação de ecossistemas e introdução de espécies exóticas invasoras.

Os dados sobre fluxos de mercadorias e pessoas foram acessados nas bases da *United Nations Conference on Trade and Development* – UNCTAD e *International Civil Aviation Organization* - ICAO, além de dados publicados na literatura (Lenzen et al 2012). Para a biodiversidade, foram coletados e processados os dados da *Global Invasive Species Database* – GISD, vinculado a IUCN – *International Union for Conservation of Nature* (ISSG 2015) e da *Eora multi-region input-output table database* (Lenzen et al 2012; Lenzen et al 2013), que coleta, compila e analisa dados referentes ao impacto do comércio global sobre a biodiversidade.

A base de dados GISD foca prioritariamente nas espécies exóticas invasoras que ameaçam a biodiversidade nativa e ecossistemas naturais, englobando todos os grupos taxonômicos (Pagad et al. 2015). Foram selecionados os dados de espécies exóticas invasoras utilizando-se dos critérios disponíveis na pesquisa avançada do banco de dados virtual. Primeiramente foram selecionados todos os táxons (os cinco reinos da vida mais os vírus), depois foram selecionados todos os vetores de introdução de espécies catalogados, a saber: Liberação na natureza (introdução intencional), escape do confinamento (ex zoológicos, aquários), transporte por contaminação (movimento não intencional de seres vivos transportados junto com o comércio de commodities), transporte clandestino (movimento de seres vivos que se fixam em estruturas de navios, equipamentos, e outros meios de transporte, ex. água de lastro, bagagem de passageiros da aviação civil, entre outros), corredores (construção de estruturas que facilitam a dispersão de espécies já introduzidas, ampliando sua área de distribuição não nativa, ex. canais de ligação entre rios ou oceanos, rodovias, túneis).

A partir da análise deste conjunto de dados, foi realizado um refinamento da pesquisa, dando ênfase aos mecanismos relacionados ao transporte, que são considerados os mais importantes para fins da discussão realizada neste trabalho.

Frederico M. Neves; Luciano Celso B. G. Barbosa; Joanna Maria da C. de O. S. Neves

Na base de dados *Eora* a análise realizada teve o objetivo de compreender o impacto do mercado internacional na ameaça à biodiversidade. Diferentemente da GISD, esta base de dados não considera o impacto das espécies invasoras, mas o impacto do comércio nacional e internacional de mercadorias sobre a biodiversidade dos países. Eles fazem o cruzamento de um banco de dados do comércio global (aproximadamente 15 mil commodities produzidas em 187 países e mais de 05 bilhões de cadeias de suprimento) com mais de 25 mil registros de ameaças a espécies animais da lista vermelha da IUCN. Neste trabalho, foram selecionados alguns dos principais países desenvolvidos e em desenvolvimento para ilustrar o impacto do comércio internacional destes países sobre a biodiversidade dos próprios países e de países parceiros comerciais, são eles: EUA, França, Alemanha, Brasil, China e Índia.

INTENSIFICAÇÃO DOS FLUXOS DE MERCADORIAS, DE PESSOAS E DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NO CONTEXTO DA GLOBALIZAÇÃO HEGEMÔNICA RECENTE

A partir de meados do século XX, observa-se a ocorrência de um processo de crescente e rápida integração entre os Estados nacionais, principalmente nos países do capitalismo central (Frieden 2008; Steffen et al. 2015a). Especificamente entre as décadas de 1950 a 1970 houve uma expansão vertiginosa da produção, com incremento da produtividade da mão-de-obra, impulsionados pela adoção geral do sistema taylorista-fordista de produção e por uma nova etapa tecnológica baseada na eletrônica e em novos produtos químicos. Entre 1950 e 2000, a atividade econômica mundial aumentou aproximadamente sete vezes (MEA 2005). Esta nova fase do processo conhecido genericamente como globalização propiciou um ambiente favorável à superação das barreiras espaciais por meio da maior circulação de capitais, fato este que gerou uma diminuição das distâncias e possibilitou a ocorrência de um novo reordenamento do espaço mundial, que por sua vez permitiu novos interesses de multipolaridade produtiva, novas geoestratégias regionais e a internacionalização dos mercados nacionais (Vieira 2003; Porto-Gonçalves 2006).

A globalização não é um processo recente, uma vez que os hominídeos, mesmo de maneira ainda muito incipiente, já estavam se deslocando e povoando outras localidades, afastando-se de seus locais de origem. Algumas inovações potencializaram a capacidade de expansão das populações humanas pelo planeta em diferentes épocas, como a domesticação do cavalo, as embarcações, a máquina a vapor, o uso do carvão e outros combustíveis fósseis (Crosby 1993).

Entretanto, foi na segunda metade do século XX que o processo de globalização acelerou-se de maneira inédita. O capitalismo globalizado incorporou novas e vastas áreas antes inexploradas,

ampliando também o padrão de consumo nas regiões que estavam antes fora desta lógica de produção (Porto-Gonçalves 2006).

As novas tecnologias contribuíram significativamente com este processo, uma vez que reduziram o tempo e o espaço a distâncias virtuais. Desta forma, comunicações que levariam horas ou dias começaram a ser realizadas em segundos, por meio da internet (Vieira 2003; Còro 2003; Hulme 2009).

As principais diferenças entre a globalização hegemônica mais recente e os processos anteriores estão na velocidade e na intensidade das alterações materiais e culturais nas sociedades que participam deste processo, ainda que assimétricas (Porto-Gonçalves 2006). Diante desse contexto, Vieira (2003, p.47) afirma que as novas tecnologias geraram “[...] novos espaços de fluxos que condicionam as transformações estruturais nas relações de produção, circulação e consumo”. Hulme (2009) ilustra bem este processo, do ponto de vista da biodiversidade, ao mostrar que para muitas regiões do planeta o aumento do produto interno bruto dos países veio acompanhado do aumento da riqueza de espécies animais e vegetais exóticas.

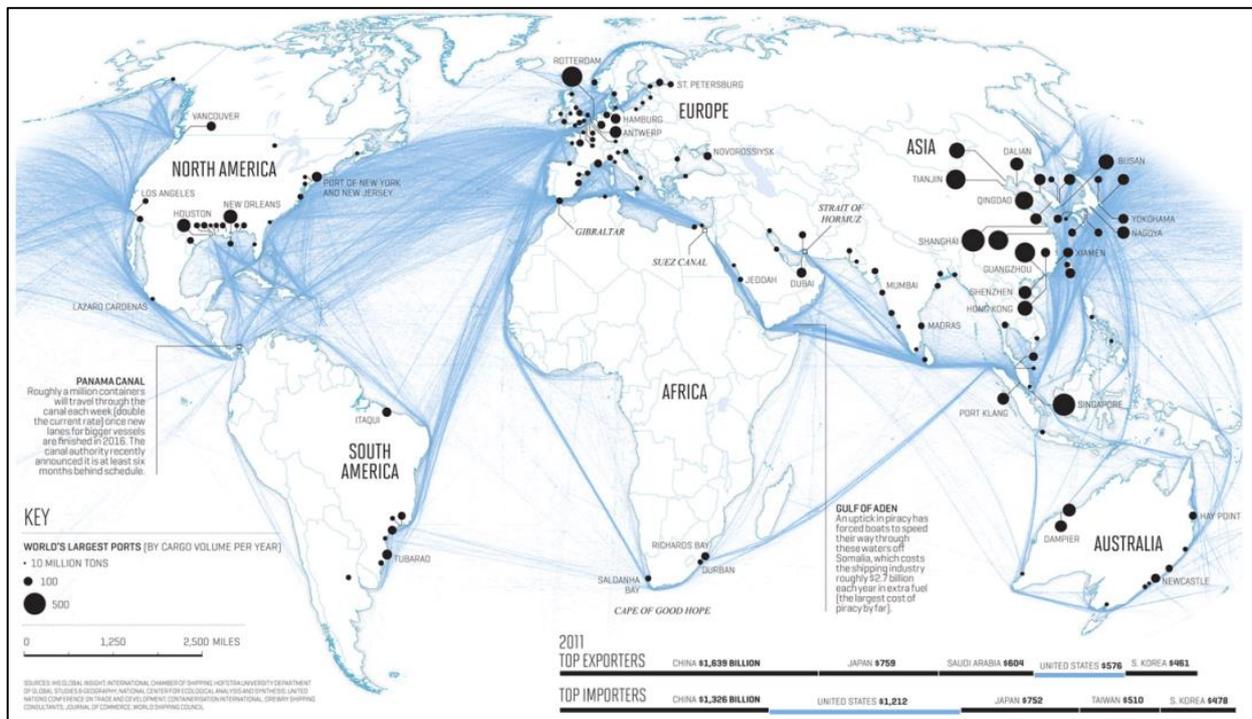
Este processo de maior interconexão entre regiões do planeta é ilustrado na Figura 01, que mostra as principais rotas marítimas de contêiner que ligam diversos continentes de um hemisfério a outro por meio de rotas regulares, geralmente com periodicidade semanal (Lacerda 2004). Os maiores e mais movimentados portos estão no sudeste asiático, América do Norte e Europa, que são as regiões com os países de maior produto interno bruto do planeta. Diferentemente de outros momentos históricos, onde os oceanos eram barreiras intransponíveis para a movimentação de pessoas e mercadorias, e também para as espécies biológicas, hoje estas rotas são verdadeiros atalhos para a circulação de bens materiais.

O espaço passa a ser visto como um “espaço mundial”, que se constitui numa arena de atuação para as novas estratégias de produção, de circulação (tanto de mercadoria como de pessoas) e de consumo (Vieira 2003). Nesse cenário, competitividade se traduz em eficiência em transportar no menor tempo possível uma determinada mercadoria. Nos dois últimos séculos, o comércio global aumentou gradualmente com a ascensão das economias dos países. No entanto, a partir dos anos 1960, houve uma aceleração na importância do comércio global nos PIB nacionais (Hulme 2009), que também contribuiu com o aumento dos fluxos entre regiões do planeta, que só foi possível por meio de novas tecnologias e pela rápida e constante troca de informações entre os diversos agentes (indivíduos, empresas, governos, etc.) (UNCTAD 2008). Por exemplo, o comércio internacional de mercadoria via

Frederico M. Neves; Luciano Celso B. G. Barbosa; Joanna Maria da C. de O. S. Neves

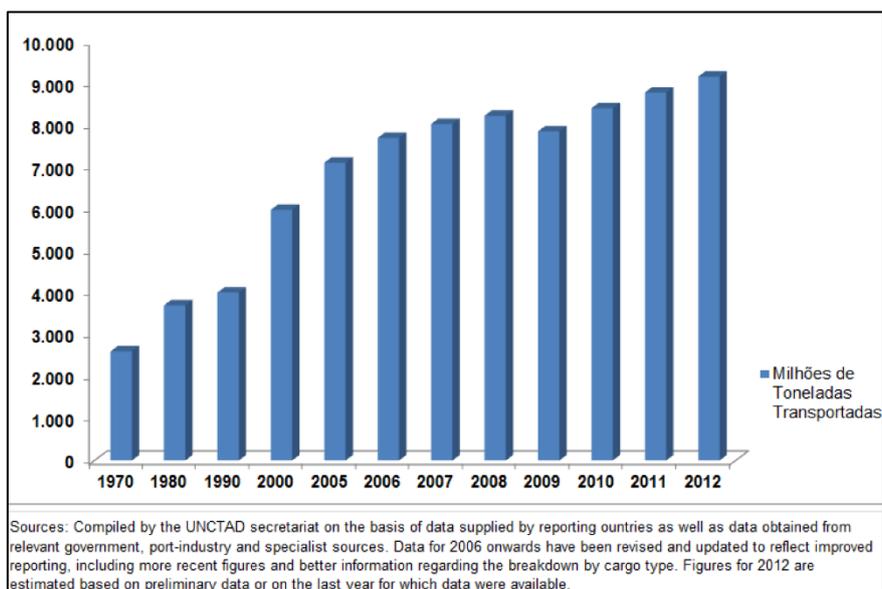
escoamento marítimo, por contêineres, cresceu no período de 1970 a 2012 em 251,8%, ou seja, houve um incremento médio de 7,9% em 32 anos (Gráfico 01).

Figura 01. Principais Rotas de Serviços Liner para Contêineres e principais portos marítimos.



Fonte: Gateway Containers (2017)

Gráfico 01. Comércio internacional por meio de contêineres, 1970-2012.



Fonte: Spring citado por UNCTAD (2007, p.20).

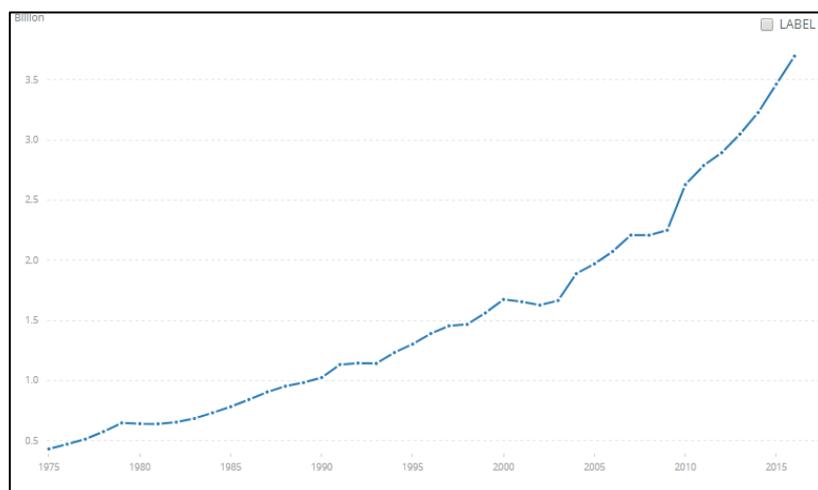
Frederico M. Neves; Luciano Celso B. G. Barbosa; Joanna Maria da C. de O. S. Neves

Verifica-se que no período entre 1970 e 1980 houve um crescimento de 42,2% no comércio internacional de mercadorias via escoamento marítimo por contêineres. Já no período entre 1970 e 1990 houve um crescimento de 53,9%. Finalmente, no período entre 1970 e 2000 houve um crescimento de 129,7% neste comércio.

Aliado ao transporte marítimo, o transporte aéreo também encurta as distâncias, sendo importante tanto para o fluxo de mercadorias, mas principalmente para o fluxo de pessoas. Este meio de locomoção é o grande responsável pelo deslocamento de uma grande contingente de pessoas pelo globo. Por exemplo, a travessia do Atlântico que antes das grandes navegações era quase impossível de ser feita, em 1816 levava mais de um mês, em 1896 já podia ser feita em menos de uma semana, e hoje leva algumas horas (Crosby 1993).

Para ilustrar a evolução no transporte aéreo internacional, o Gráfico 02 apresenta a quantidade de passageiros que utilizaram aeronaves anualmente entre 1975 a 2015. Neste período houve um incremento de cerca de 750% no número de passageiros em voos internacionais, que passou de cerca de 433 milhões para 3.7 bilhões de passageiros por ano.

Gráfico 02. Evolução do número de passageiros no transporte aéreo internacional no período de 1975 a 2015.



Fonte: International Civil Aviation Organization, Civil Aviation Statistics of the World and ICAO citado por World Bank (2017).

Este intenso e rápido fluxo comercial e de pessoas pelo globo terrestre vem gerando pressão sobre o meio ambiente, repercutindo, entre outros, sobre a dinâmica de distribuição geográfica da biodiversidade. Além disto, outros riscos oriundos do processo de globalização podem ser percebidos nas mudanças climáticas, que também terão impacto sobre a biosfera (IPCC 2013).

Frederico M. Neves; Luciano Celso B. G. Barbosa; Joanna Maria da C. de O. S. Neves

Ainda que estes riscos sejam percebidos e mensurados, o que se verifica atualmente é uma ampliação e consolidação dos pressupostos oriundos do processo de globalização hegemônica para os diversos agentes econômicos, uma vez que, segundo Balanco (2003, p.21), para ser competitivo no interior da economia global, “[...] o movimento de circulação da mercadoria entre a etapa da produção e a da realização deve ser acelerado. [...] E assim, a preocupação com a compressão da relação do espaço-tempo, relacionada à redução do tempo de rotação [...]”, é o objetivo a ser alcançado.

Uma das condições para o sucesso das espécies invasoras é a degradação dos ecossistemas de destino. A expansão das atividades humanas sobre os ecossistemas ocorreu de tal forma que no início deste século cerca 30% da superfície terrestre já é ocupada por sistemas cultivados (MEA 2005), o que implica na fragmentação e degradação dos ecossistemas naturais e seus habitats.

Um elemento central na alteração dos ecossistemas e territórios é o modelo industrial de produção agrícola baseado nos princípios da revolução verde, intensificado desde 1960, e que favorece o uso de variedades agrícolas comerciais, o que resultou no abandono de muitas variedades locais e, em consequência, em sua erosão genética (Clement et al. 2004). A expansão da produção agrícola baseada na monocultura e na pecuária extensiva têm alterado os territórios, principalmente nos países em desenvolvimento e pobres, gerando destruição de ecossistemas e toda a sua diversidade biológica (MEA 2005; Newbold et al. 2016), processos esses capitaneados por grandes empresas e espécies exóticas (Porto-Gonçalves 2006).

Somam-se a estas alterações nos continentes, as mudanças nos sistemas aquáticos, como o colapso da pesca causado pela sobre-exploração em várias regiões, o branqueamento dos corais devido ao aquecimento das águas do planeta, além da degradação dos corpos hídricos continentais por poluição e contaminação (MEA 2005). Estimativas da FAO (2016) indicam que cerca de 30% dos estoques pesqueiros marinhos são explorados em níveis não sustentáveis, cerca de 60% estão no limite de captura sustentável, e apenas cerca de 10% são capturados dentro de limites seguros, que garantem a recomposição das espécies exploradas ao longo do tempo.

Haberl et al. (2007) ilustram sinteticamente o quadro de dominação que a espécie humana impôs ao planeta nas últimas décadas, onde cerca de 25% de toda a produtividade primária líquida é consumida pelas sociedades. Isto quer dizer que menos energia é disponibilizada para as outras espécies nos ecossistemas, já que para manter estes níveis de consumo de energia é necessário modificar os territórios, trocando ecossistemas naturais, que evoluíram em equilíbrio dinâmico, por sistemas altamente produtivos e menos complexos, como monoculturas agrícolas, pecuária ou as fazendas de aquicultura.

Frederico M. Neves; Luciano Celso B. G. Barbosa; Joanna Maria da C. de O. S. Neves

O contexto descrito anteriormente ilustra alguns dos processos relacionados à globalização contemporânea que contribuem para o aumento das trocas materiais entre os continentes, inclusive partes da biota e sua diversidade local e regional, além das alterações no uso da terra. Numa visão figurativa, estes processos poderiam ser considerados como forças geológicas que aproximam os diversos continentes, reconstruindo virtualmente o mega continente Pangeia de 150 milhões de anos atrás.

AS AMEAÇAS DA GLOBALIZAÇÃO RECENTE SOBRE A BIODIVERSIDADE: ESPÉCIES EXÓTICAS INVASORAS E O MERCADO INTERNACIONAL

Desde o surgimento das primeiras formas de vida no planeta Terra, há 3,8 bilhões de anos, um processo comum e de longa escala na biosfera é o aumento da diversidade das formas de vida nas mais diversas regiões do planeta de forma assíncrona como é ilustrado pelo registro fóssil (Ridley 2004). Este processo foi interrompido inúmeras vezes por fenômenos climáticos, geológicos e cósmicos de grande proporção, causando as extinções em massa (Schultz 2004).

Apesar das grandes extinções e das extinções de fundo, o ressurgimento de novas formas de vida sempre ocorreu de maneira acoplada aos ambientes locais, como uma resposta adaptativa e geradora de diversidade em nível local e regional (Ridley 2004). Quanto maior complexidade estrutural e de habitats do ambiente, maior tende a ser a diversidade de espécies. Isto não quer dizer que as espécies ficam presas aos seus locais de origem, podendo se espalhar por amplos espaços geográficos com limites, às vezes, continentais e até globais (Schultz 2004).

O paradigma científico estabelecido sugere que o padrão global da biosfera sempre foi o aumento da diversidade biológica (Wilson 1994). Porém, atualmente, muitos estudos sugerem que este padrão tem se tornado menos conspicuo e em algumas regiões a homogeneização da biosfera tem se configurado mais evidente que a sua diversificação (Rosenzweig 2001; Didhan et al. 2005; Redford & Brosius 2006).

As causas estruturais deste processo de homogeneização da biosfera, independentemente dos mecanismos que a colocam em prática, tem como principal vetor as alterações causadas pelas sociedades humanas nos ecossistemas do planeta (Newbold et al. 2016). O efeito mais notório deste fenômeno de homogeneização em cascata da biodiversidade é o surgimento de um planeta menos complexo (Redford & Brosius 2006), e, portanto, possivelmente menos resiliente a alterações ambientais, como as mudanças climáticas derivadas das próprias atividades do ser humano (IPCC 2014; Steffen et al. 2015a).

Mais recentemente, em diversos domínios do conhecimento observa-se uma crescente proliferação de publicações relacionadas à perda de diversidade biológica e cultural (Villéger et al. 2011; Ballouard et al. 2011; Newbold et al. 2016). O contexto da homogeneização da biodiversidade apresenta imbricados e complexos fenômenos que, em vários momentos, são de difícil apreensão (Redford & Brosius 2006). A mídia e os programas de educação ambiental governamentais têm um papel cultural importante neste processo, pois como demonstram Ballouard et al. (2011) as crianças francesas têm maior propensão a proteger espécies carismáticas exóticas do que as nativas de seu país, visto que as primeiras recebem maior cobertura da mídia. Talvez este padrão seja encontrado em outros países do mundo, principalmente aqueles com pequena capacidade de produção de conteúdo midiático e cultural.

Atualmente são catalogadas cerca de 1,2 milhões de espécies, sendo ainda desconhecidas, segundo estimativas, cerca de 90% das espécies existentes no planeta (Mora et al. 2011). Este fato mostra a dificuldade de se conhecer e mapear a diversidade biológica do planeta e coloca em xeque muitas tentativas de se entender o funcionamento de ecossistemas naturais e perturbados.

O período geológico atual apresenta uma diversidade biológica global sem precedentes na história do planeta. Os grupos de insetos, vertebrados e espermatófitas chegaram a sua maior diversidade cerca de 30 mil anos atrás (Margulis & Schwartz 2001). Desde essa época, a riqueza de espécies tem diminuído à medida que a população humana aumenta e, talvez mais importante, com o aumento do consumo material das sociedades mais afluentes, que acaba por definir a forma de ocupação dos territórios. Steffen et al. (2015a) calcularam que atualmente são extintas entre cem e mil espécies a cada milhão de espécies por ano. Esta taxa estaria cerca de cem vezes acima da taxa considerada natural nos ecossistemas.

O fenômeno recente que indica uma tendência de homogeneização da biosfera é resultado de várias alterações antrópicas nos ecossistemas, levando a perda de diversidade local. Neste processo, as espécies exóticas têm participação preponderante, pois mesmo se houvessem extinções locais e espécies exóticas nunca chegassem naquele ambiente, não haveria a possibilidade de naturalização⁵ ou mesmo invasão destas espécies exóticas. Assim, haveria mais um fenômeno de perda de diversidade global sem a concomitante homogeneização da biodiversidade.

⁵ Processo de adaptação de espécies introduzidas às condições locais em determinada região geográfica, estabelecendo populações capazes de reproduzirem-se espontaneamente (sem intervenção humana) por muitas gerações (Facon et al. 2006).

Frederico M. Neves; Luciano Celso B. G. Barbosa; Joanna Maria da C. de O. S. Neves

O estabelecimento e a disseminação com sucesso de uma espécie biológica numa região fora de sua área de distribuição natural podem causar mudanças de diversas magnitudes tanto no funcionamento de um ecossistema como pode influenciar nas atividades humanas realizadas na nova área de distribuição da espécie invasora (Simberloff 2005; Facon et al. 2006; Lowry et al. 2013). Segundo a Convenção sobre Diversidade Biológica (CBD, em inglês), espécie exótica é toda espécie que se encontra fora de sua área de distribuição natural. Já espécie exótica invasora é aquela que ameaça ecossistemas, habitats ou outras espécies. Devido as suas vantagens competitivas e a ausência de inimigos naturais, as espécies invasoras têm capacidade de se proliferar e invadir ecossistemas naturais ou antropizados (CBD 2001).

O ser humano sempre transportou espécies exóticas para as regiões onde migrava e colonizava, sendo usadas, principalmente, na agricultura (i.e. cultivo de milho, trigo, algodão, etc.), criação de gado, silvicultura, piscicultura, controle biológico de pragas, espécies exóticas que fornecem recursos para espécies nativas, entre outros (Sax et al. 2007). Em contrapartida, os custos percebidos *a posteriori* pela introdução sem controle de muitas destas espécies exóticas nem sempre eram ou são mapeados, podendo ter grandes impactos para as sociedades. As monoculturas agrícolas, como soja e milho, foram estabelecidas em países como o Brasil à custa da degradação de habitats naturais e da introdução destas espécies exóticas (Brasil 2016).

Para ser considerada uma espécie invasora, pelo menos uma das seguintes ações devem ocorrer quando da chegada ao novo destino: o deslocamento de espécies nativas via competição por espaço, luz ou alimento; a predação de espécies nativas, com concomitante redução da sua densidade ou biomassa; o parasitismo ou o surgimento de doenças em espécies localmente importantes; a produção de toxinas que se acumulam na cadeia alimentar, envenenando outros organismos, ou causando risco direto à saúde humana (Didhan et al. 2005).

BIOINVASÃO E SUA RELAÇÃO COM A INTENSIFICAÇÃO DOS FLUXOS MATERIAIS

Nesta seção serão apresentados os resultados da análise dos dados coletados na base GISD, de forma a indicar a magnitude e o papel das bioinvasões na perda de biodiversidade e sua potencial homogeneização.

A análise dos dados coletados e processados da base GISD indica o registro atual de 867 espécies exóticas invasoras que causam algum dano à biodiversidade ou ecossistemas nativos, independentemente de sua forma de introdução (Tabela 01). As plantas representam o maior número

Frederico M. Neves; Luciano Celso B. G. Barbosa; Joanna Maria da C. de O. S. Neves

de espécies invasoras, sendo seguida pelos animais e em menor número fungos, bactérias, protistas e vírus.

Tabela 01. Número de espécies exóticas invasoras por grupo taxonômico documentadas na base de dados GISD.

GRUPO TAXONÔMICO	NÚMERO DE ESPÉCIES
Animalia	364
Bacteria	8
Fungi	19
Plantae	467
Protista	1
Virus	8
TOTAL GERAL	867

Fonte: Elaboração própria a partir de ISSG (2015).

Quando são considerados todos os vetores de introdução das espécies exóticas documentados (liberação na natureza, escape, contaminação não intencional via transporte, transporte clandestino, corredores de dispersão) o número de espécies é de 505 (Tabela 02). O maior número de espécies exóticas continua sendo as plantas, sendo seguido pelos animais. Este menor número de espécies exóticas invasoras em relação à Tabela 01 mostra que para 362 espécies não foi possível descobrir seu modo de introdução na nova área de distribuição, sendo este um dos grandes limitadores para este tipo de estudo.

Tabela 02. Número de espécies exóticas invasoras por grupo taxonômico considerando todos os vetores de introdução.

GRUPO TAXONÔMICO	NÚMERO DE ESPÉCIES
Animalia	236
Bacteria	6
Fungi	7
Plantae	250
Protista	1
Virus	5
TOTAL GERAL	505

Fonte: Elaboração própria a partir de ISSG (2015).

As espécies terrestres são as mais comuns (385 espécies entre todos os táxons), sendo seguidas pelas espécies de água doce (53 espécies, entre plantas e animais apenas), e espécies marinhas (43 espécies, entre plantas e animais), e em menor número espécies de água salobra e aquelas que ocorrem em mais de um ambiente.

A mesma espécie pode ter sido introduzida por vários vetores. Mesmo se um meio de introdução é interrompido, outro pode atuar mantendo a introdução de determinada espécie. A Tabela 03 mostra a contribuição de cada vetor separadamente, resultando em 755 espécies. Este número maior do que o da Tabela 02 indica esta sobreposição de vetores.

Tabela 03. Contribuição de cada vetor para a introdução de espécies exóticas.

VETORES DE INTRODUÇÃO	NÚMERO DE ESPÉCIES
Liberção na natureza	131
Escape	293
Transporte/Contaminante	163
Transporte/Clandestino	166
Corredores de dispersão	2
TOTAL	755

Fonte: Elaboração própria a partir de ISSG (2015).

A contribuição de cada vetor para a introdução de espécies exóticas varia conforme a velocidade e reincidência desses processos. Por exemplo, o escape na natureza é o vetor mais importante, visto que a prática de construção de zoológicos, aquários e jardins botânicos é muito comum ao redor do globo, além das atividades econômicas amplamente distribuídas, como a própria agricultura, maricultura e horticultura (Tabela 03).

Em se tratando do efeito do fundador em populações de espécies introduzidas de tamanho pequeno, ao contrário do que se pensava, alguns exemplos mostram que gargalos populacionais severos não impedem a rápida adaptação (Sax et al. 2007), podendo até impulsioná-la. Além disto, em alguns casos, a introdução repetida de uma espécie numa mesma região pode aumentar a variabilidade genética na nova área de distribuição, ao invés de causar um gargalo populacional, em função da mistura causada por indivíduos vindos de várias regiões fonte (Kolbe et al. 2004). Estes exemplos mostram que em muitos casos a adaptação de uma espécie exótica pode ser mais rápida do que se pensava a um novo ambiente. Com o aumento dos fluxos materiais no planeta no último século, a introdução de espécies torna-se um processo repetitivo que favorece os mecanismos supracitados.

Quando são considerados apenas os vetores relacionados ao transporte (contaminante e clandestino), o número potencial de espécies invasoras é de 329, quase a metade da contribuição de todos os vetores juntos.

Dentro do vetor transporte clandestino, 115 espécies são documentadas se são considerados as subcategorias de introdução: “carona” em aviões, “carona” em barcos e navios, pessoas e bagagens, água de lastro e incrustação em barcos e navios - (Tabela 04). Os animais compreendem 76 espécies, sendo a maioria do filo Arthropoda (e.g. insetos e crustáceos). As plantas são representadas por 39 espécies, a maioria da divisão Magnoliophyta (e.g. *Mimosa pigra*).

Estes dados mostram a importância dos fluxos materiais incrementados pela globalização contemporânea para a introdução de espécies exóticas em novas áreas pelo planeta. O transporte não intencional dificulta ainda mais as ações voltadas à sua contenção, devido a não rastreabilidade das

Frederico M. Neves; Luciano Celso B. G. Barbosa; Joanna Maria da C. de O. S. Neves

espécies que estão sendo transportadas, a exemplo do caramujo africano *Achatina fulica* (transportado com produtos agrícolas, matéria orgânica e plantas, além também do escape de criadouros no passado), do mosquito *Aedes albopictus* (transportado em pneus usados e vegetação úmida), do coral sol *Tubastraea coccínea* (cadeia petrolífera), do arbusto *Psoralea pinnata* (deslocamento de maquinário e solo contaminado), e do nematódeo do pinheiro *Bursaphelenchus xylophilus* (comércio de madeira não manufaturada) (ISSG 2015).

Tabela 04. Número de espécies exóticas invasoras por grupo taxonômico considerando os vetores “carona” em aviões, “carona” em barcos e navios, pessoas e bagagens, água de lastro e incrustação em barcos e navios.

TÁXON	NÚMERO DE ESPÉCIES
Animalia	76
Annelida	4
Arthropoda	24
Chordata	23
Cnidaria	2
Ctenophora	1
Echinodermata	1
Ectoprocta	2
Mollusca	18
Porifera	1
Plantae	39
Bacillariophyta	1
Chlorophyta	2
Magnoliophyta	27
Phaeophycophyta	1
Pteridophyta	2
Pyrrophytocyta	2
Rhodophycota	2
Rhodophyta	2
TOTAL GERAL	115

Fonte: Elaboração própria a partir de ISSG (2015).

As espécies relacionadas somente ao transporte marítimo (água de lastro e incrustação nos cascos de barcos e navios) totalizam 68 (Tabela 05). A maior parte são espécies de origem marinha (35) e algumas terrestres (17). Entre as espécies marinhas 26 são animais e 09 são plantas. O grupo mais representativo dos animais é o dos moluscos, que apresenta importantes casos como o do mexilhão dourado (*Limnoperna fortunei*), originário da China. Esta espécie tem invadido ecossistemas de água doce na América do Sul, causando degradação de habitats naturais e redução da biodiversidade do fundo dos corpos d’água. Além disto, causa grande impacto econômico ao entupir dutos e sistemas de geração de energia hidroelétrica (Darrigran & Escurra de Drago 2000).

Frederico M. Neves; Luciano Celso B. G. Barbosa; Joanna Maria da C. de O. S. Neves

Tabela 05. Número de espécies exóticas invasoras por grupo taxonômico e habitat, considerando o vetor de introdução água de lastro e incrustação nos cascos de barcos e navios.

GRUPOS TAXONÔMICOS (REINO / FILO)	ÁGUA SALOBRA	ÁGUA DOCE	MARINHA	MARINHO, DOCE, SALOBRA	MARINHA, TERRESTRE	TERRESTRE	TERRESTRE, DOCE, MARINHA	TOTAL GERAL
Animalia	2	9	26	1	3	2	1	44
Annelida			2					2
Arthropoda	2	2			3	2		9
Chordata		2	5	1			1	9
Cnidaria			2					2
Ctenophora			1					1
Echinodermata			1					1
Ectoprocta			2					2
Mollusca		5	12					17
Porifera			1					1
Plantae			9			15		24
Chlorophyta			2					2
Magnoliophyta						14		14
Phacophycophyta			1					1
Pteridophyta						1		1
Pyrrophycomphyta			2					2
Rhodophycota			2					2
Rhodophyta			2					2
TOTAL GERAL	2	9	35	1	3	17	1	68

Fonte: Elaboração própria a partir de ISSG (2015).

O transporte de pessoas e bagagens é responsável por 18 espécies exóticas invasoras já documentadas na base de dados GISD (Tabela 06). A maior parte são espécies terrestres tanto de plantas quanto animais.

Tabela 06. Número de espécies exóticas invasoras por grupo taxonômico considerando o vetor transporte de pessoas e bagagens.

TAXON	ÁGUA DOCE	TERRESTRE	TOTAL GERAL
Animalia		8	8
Arthropoda		5	5
Insecta		5	5
Chordata		2	2
Mammalia		1	1
Reptilia		1	1
Mollusca		1	1
Gastropoda		1	1
Plantae	1	9	10
Bacillariophyta	1		1
Bacillariophyceae	1		1
Magnoliophyta		9	9
Liliopsida		4	4
Magnoliopsida		5	5
Total Geral	1	17	18

Fonte: Elaboração própria a partir de ISSG (2015).

Frederico M. Neves; Luciano Celso B. G. Barbosa; Joanna Maria da C. de O. S. Neves

Com relação ao registro dos impactos das espécies invasoras nos sistemas social e econômico, 212 espécies entre as documentadas na base de dados GISD causaram algum tipo de impacto socioeconômico ou nos serviços ecossistêmicos em suas novas áreas de distribuição (Tabela 07). Entre os impactos causados, podem ser citados danos à agricultura (e.g. *Achatina fulica*) e florestas (e.g. *Bos taurus*), saúde humana (e.g. *Aedes albopictus*), modificação da paisagem (e.g. *Acacia longifolia*), alteração na infraestrutura (e.g. *Limnoperna fortunei*), alteração em serviços ecossistêmicos de regulação (e.g. *Agave americana*), de provisão (e.g. *Didemnum carnulentum*), de suporte (e.g. *Chrysanthemoides monilifera*) e culturais (e.g. *Bromus Rubens*).

Tabela 07. Impacto socioeconômico e nos serviços ecossistêmicos das espécies invasoras.

TÁXONS	ESPÉCIES
Animalia	112
Bacteria	3
Fungi	5
Plantae	89
Virus	3
Total Geral	212

Fonte: Elaboração própria a partir de ISSG (2015).

Os dados compilados na base GISD indicam a magnitude do problema das espécies invasoras atualmente, enfatizando seu papel de vetores de alteração nos ecossistemas do planeta. Em associação com os fluxos de mercadorias e pessoas em expansão, como observado na seção 03, este processo tem potencial de alterar ainda mais os territórios do planeta. Em um contexto de mudanças ambientais globais, como o aumento da temperatura média do planeta (IPCC 2014), a resiliência de muitos ecossistemas estaria comprometida, somando-se também a interrelação de duas potências relacionadas às atividades humanas: a degradação dos territórios e seus ecossistemas e a introdução de espécies exóticas.

MERCADO INTERNACIONAL E AMEAÇAS À BIODIVERSIDADE

Nesta seção serão apresentados os dados compilados da base de dados EORA. Busca-se compreender as ameaças impostas pelo mercado internacional sobre a biodiversidade.

Lenzen et al. (2012) verificaram por meio de um levantamento amplo do mercado internacional que 30% das ameaças às espécies biológicas tem relação com o comércio global. As demandas materiais dos países impactam em seus próprios territórios, mas também nos países fornecedores de matérias primas, produtos agropecuários e manufaturados. Assim, o consumo de produtos importados, tais como pescado, café, chá, açúcar, podem deixar uma pegada na biodiversidade (perda de habitats, sobre-exploração, degradação de ecossistemas, entre e outros) tanto

Frederico M. Neves; Luciano Celso B. G. Barbosa; Joanna Maria da C. de O. S. Neves

dentro quanto fora dos países que fazem parte do comércio internacional. Isto fica patente nas relações comerciais dos países com o resto do mundo, conforme apresentado na Tabela 08.

Tabela 08. Impacto do comércio de mercadorias sobre a biodiversidade em países desenvolvidos e em desenvolvimento.

PAÍS	NÚMERO DE ESPÉCIES AMEAÇADAS PELO COMÉRCIO DE MERCADORIAS		
	No próprio país	Outros países	Principais países impactados
EUA	4.088	1.977	China, México, Canadá
França	281	451	Madagascar, Rússia, China
Alemanha	569	611	Sudão, Madagascar, Rússia
Brasil	453	111	Argentina, Uruguai, EUA
China	2.180	354	EUA, Míamar, Sudão
Índia	1.626	173	Nepal, Butão, China

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados de Lenzen et al. (2012).

Dos seis países analisados com base no banco de dados *Eora multi-region input-output table database*, três são países considerados desenvolvidos (EUA, França e Alemanha) e outros três em desenvolvimento (Brasil, China e Índia). A pujança de cada país no mercado internacional está relacionada a seu nível de renda. Assim, o comércio doméstico nos EUA ameaça cerca de 04 mil espécies no próprio país, sendo que a importação de mercadorias de outros países pelo EUA ameaça cerca de 02 mil espécies em outros países, principalmente na China, México e Canadá, que são os maiores parceiros comerciais dos EUA (Tabela 08).

O consumo de bens materiais na França ameaça 281 espécies no próprio país e 451 espécies em outros países, sendo os principais Madagascar, Rússia e China. Na Alemanha, o mercado interno ameaça 569 espécies no próprio país e 611 espécies em outros países, principalmente no Sudão, Madagascar e Rússia.

Já entre os países em desenvolvimento, o impacto do consumo de bens materiais ameaça mais espécies domésticas do que em outros países, a exemplo da China, que ameaça 2.180 espécies internamente e 345 espécies, principalmente nos EUA, Míamar e Sudão. Índia e Brasil seguem padrão semelhante, mas com magnitudes diferentes em virtude da diferença entre a renda destes países (Tabela 08).

A introdução de espécies exóticas e o mercado internacional apresentam efeitos sinérgicos com relação às ameaças à biodiversidade. Se por um lado o mercado internacional resulta da magnitude das trocas comerciais entre os países (as rotas comerciais marítimas e aéreas e a quantidade de bens e pessoas transportados), que é um fator decisivo para a introdução de espécies exóticas, por outro, o crescente consumo de bens materiais, principalmente nos países ricos e em desenvolvimento, tem causado alterações sem precedentes nos territórios mais distantes, levando sérias ameaças aos

ecossistemas, que se tornam menos resilientes e mais vulneráveis a própria introdução de espécies exóticas.

A CAIXA DE PANDORA DA GLOBALIZAÇÃO RECENTE: RITMO E INTENSIDADE DAS ALTERAÇÕES NOS TERRITÓRIOS E NA BIODIVERSIDADE

A lógica atual de produção e consumo que coloca em marcha os fluxos materiais pelo planeta constitui um período novo na história da humanidade. A velocidade e intensidade das alterações perpetradas nos territórios e ecossistemas nas últimas décadas trazem uma série de desafios às sociedades humanas que, atualmente, tem que lidar com o fato de que os padrões de consumo e produção das populações, principalmente as mais ricas, são insustentáveis (Leff 2006). As mudanças ambientais globais (Steffen et al. 2015b) impõem a necessidade de se repensar as narrativas culturais das sociedades modernas, expressas principalmente na ideia de desenvolvimento e progresso (Furtado 1998; Porto-Gonçalves 2006).

Newbold et al. (2016) verificaram que as alterações no uso da terra causadas pelas atividades humanas nos mais diversos biomas têm levado a redução da integridade⁶ da biodiversidade local. Em cerca de 65% da superfície dos continentes esta integridade já estaria abaixo dos 10%, que seria o “limite planetário seguro” segundo Steffen et al. (2015a). Ou seja, o limite em que o sistema conseguiria recompor os elementos explorados ou, neste caso, as espécies biológicas. Nestas áreas vivem 71% da população humana global.

As alterações no uso da terra são a principal causa da perda de espécies biológicas no planeta, sendo seguindo pelas espécies exóticas invasoras (Steffen et al. 2015a). Ambos apresentam efeitos sinérgicos que são potencializados pela intensificação do mercado internacional, quer seja na demanda de commodities de países em desenvolvimento e pobres (soja, milho, carne, etc) ou no incremento do transporte de mercadorias por vias marítima e aérea, conforme visto na seção 03, que são vetores importantes de introdução de espécies exóticas invasoras (Lenzen et. al. 2012).

Com relação às espécies invasoras, analisados na seção 04, alguns casos são emblemáticos. Introduções intencionais como a do pardal saíram do controle e hoje esta espécie se transformou numa praga em várias regiões do mundo. A acácia-negra, típica da Austrália, hoje é encontrada nas Américas, Europa, Ásia e África, sendo utilizada como fonte de tanino e como lenha em muitas regiões onde foi introduzida. Outras espécies, como as aves maniato escaparam de zoológicos e se instalaram em vários ambientes fora de sua área nativa de distribuição.

⁶ A proporção da biodiversidade natural remanescente em determinado ecossistema (Newbold et al. 2016)

Frederico M. Neves; Luciano Celso B. G. Barbosa; Joanna Maria da C. de O. S. Neves

Entre as espécies utilizadas na alimentação e ornamentação, encontram-se muitas espécies de peixes comerciais (tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus*, carpa *Cyprinus carpio*) e utilizadas no controle de mosquitos e aquariofilia (barrigudinho *Poecilia reticulata*), os quais foram introduzidos intencionalmente e escaparam do controle.

Os exemplos mais preocupantes são aquelas espécies introduzidas de forma acidental, as quais fogem do controle dos agentes públicos. Um caso ilustrativo desta situação foi à introdução do mosquito da dengue *Aedes albopictus* em regiões das Américas, África, Europa e Ásia. Os ovos e larvas destes animais foram, e ainda são transportados em pneus e mudas de plantas de jardim através do mercado internacional, disseminando este vetor de algumas doenças humanas. O caramujo africano *Achatina fulica*, apesar de ter sido introduzido em muitas regiões de forma intencional, está sendo disseminado de forma acidental em várias regiões dos trópicos úmidos através da adesão de seus ovos em pertences de passageiros e produtos agrícolas. A formiga *Anoplolepis gracilipes* conquistou várias regiões do globo pegando carona em carros, através do fluxo de produtos agrícolas e passageiros.

De forma semelhante a estes casos, o fungo parasita do camarão pitú *Aphanomyces astaci*, a estrela-do-mar *Asterias amurensis*, o vírus da banana (BBTV) e o caranguejo *Carcinus maenas* estão sendo disseminados pelo mundo através do mercado de alimento, de mudas, do transporte de cargas em navios, água de lastro, incrustados em cascos de navios, aquariofilia, aquacultura, entre tantos outros meios de disseminação destas e outras espécies pelo planeta.

No Brasil, Sampaio & Schmidt (2013) identificaram a presença de 144 espécies exóticas invasoras em 313 unidades de conservação federais, das quais 106 eram plantas vasculares, 11 peixes, 11 mamíferos, 03 répteis, 01 anfíbio, 05 moluscos, 03 insetos, e outros invertebrados.

Para os ambientes marinhos, foram registradas 58 espécies exóticas, divididas nos subgrupos fitoplâncton (03 espécies), zooplâncton (06 espécies), fitobentos (05 espécies), zoobentos (40 espécies) e peixes (04 espécies). 09 espécies foram consideradas invasoras (16%), 21 estabelecidas (36%) e 28 detectadas em ambiente natural (MMA 2009).

A diversidade genética é a base dos mecanismos que levam a evolução das espécies na terra, processo este que remete a 3,8 bilhões de anos. Sem esta diversidade não há evolução tal qual se conhece hoje, com os mecanismos darwinianos de seleção das espécies e transferência diferencial de genes entre gerações (Ridley 2004). A redução da diversidade biológica global pode levar a biosfera a gargalos intransponíveis em termos do surgimento de novas espécies biológicas, processo este natural, que sempre ocorreu ao longo do processo evolutivo (Facon et al. 2006).

Frederico M. Neves; Luciano Celso B. G. Barbosa; Joanna Maria da C. de O. S. Neves

Há ainda carência de informação e legislação adequada que propiciem a previsão e mitigação dos efeitos da introdução de espécies exóticas (Simberloff et al. 2005), principalmente em algumas regiões do planeta. Para se ter uma ideia, a maior parte dos estudos com espécies invasoras se concentra nas Américas e na Europa. Mesmo assim, quase metade das invasões e dos estudos sobre elas ocorrem na América do Norte (Pysek et al. 2008). Estes autores sugerem que esta diferença desproporcional na pesquisa das espécies invasoras entre continentes é explicada pelas diferenças nos aportes financeiros para pesquisa nestas regiões.

Somente espécies que se tornam naturalizadas são alvos de estudos, sendo que o impacto destas espécies é que determinará se elas serão estudadas ou não. Ademais, poucas espécies naturalizadas se tornam pestes, causando impactos econômicos. Por isso, alguns grupos, como mamíferos, são muito estudados por causarem grandes impactos, mas a maior parte das plantas que se tornam naturalizadas passam despercebidas (Pysek et al. 2008). Estes aspectos são fundamentais quando se pensa nas introduções acidentais, as quais passam totalmente despercebidas e podem causar danos somente anos ou décadas após a introdução.

Alguns estudos realizados em cidades da Europa e Estados Unidos mostram que o número de espécies exóticas tende a aumentar ao longo de um gradiente das áreas mais rurais em direção as áreas urbanas (Mckinney 2002). Em Curitiba (Paraná, Brasil) resultados semelhantes foram encontrados para espécies vegetais (Biondi & Predrosa-Macedo 2008).

De acordo com Mckinney (2002) este gradiente de riqueza de espécies ocorre pela maior pressão de importação de espécies exóticas em regiões com grandes densidades populacionais humanas. Um exemplo é o cultivo de plantas exóticas em regiões urbanas. Outra causa é a maior quantidade de habitats alterados em regiões urbanas, se transformando em áreas mais suscetíveis a invasão por espécies exóticas (Mckinney 2002).

Se por um lado a introdução de espécies exóticas pode ter favorecido a permanência de populações humanas em diversas regiões desconhecidas do planeta (Crosby 1993), há fortes evidências de que, atualmente, o ritmo e a magnitude da degradação ambiental e da introdução de espécies exóticas pode ser um fator de redução da resiliência das próprias sociedades humanas a estes ambientes alterados (Lenzen et al. 2012; Newbold et al. 2016).

Estima-se que mais de 120 mil espécies exóticas entre plantas, animais e microorganismos já invadiram os Estados Unidos, Reino Unido, Austrália, Índia, África do Sul e Brasil, causando perdas

Frederico M. Neves; Luciano Celso B. G. Barbosa; Joanna Maria da C. de O. S. Neves

econômicas anuais de mais de 300 bilhões de dólares em decorrência de medidas de prevenção, controle e erradicação destas espécies (Pimentel et al. 2001).

Como visto, há muitos exemplos de espécies invasoras documentados na literatura, evidenciando um processo cada vez mais intenso de troca de componentes da biodiversidade entre regiões do planeta (Mckinney 2002; Ehrenfeld 2010; Sampaio & Schmidt 2013). Há centenas de anos atrás, as barreiras naturais formadas por oceanos, cordilheiras e florestas impediam a dispersão rápida desses organismos. Todavia, atualmente, o aumento da velocidade dos meios de transporte, do comércio de bens de consumo e do trânsito de pessoas vêm facilitando cada vez mais o estabelecimento e domínio de espécies exóticas em ambientes agrícolas, urbanos e naturais.

Os resultados apresentados neste trabalho ilustram uma tendência que se inicia de forma mais clara após a segunda guerra mundial, com o estreitamento das relações comerciais em várias partes do mundo, fruto do processo de globalização hegemônico moderno que tem orientado padrões de costumes, alimentação e consumo (Porto-Gonçalves 2006). Pelo simples fato de propiciar maior fluxo de mercadorias e pessoas pelo planeta, o processo de globalização atual, ainda que seja complexo e guarde muitas assimetrias, está conduzindo a uma homogeneização biológica sem precedentes na história do planeta. O resultado deste processo ainda não está dado, mas os estudos mais recentes apontam para uma biosfera menos complexa e mais uniforme em termos de diversidade (Redford & Brosius 2006).

É relevante observar que a degradação de ambientes naturais está ocorrendo de forma cada vez mais rápida, fragmentando habitats e a diversidade local em várias partes do globo (Steffen et al. 2015b; Newbold et al. 2016). A chegada de espécies exóticas a estes ambientes já degradados potencializa os processos de naturalização e invasão, levando a troca de componentes da biodiversidade entre regiões do planeta. É neste ponto que reside a necessidade de discussões mais amplas nos organismos internacionais visando à definição de mecanismos efetivos de controle, pois o processo de perda de biodiversidade e homogeneização da biosfera pode trazer resultados ainda não conhecidos hoje para a sobrevivência da própria espécie humana no planeta.

As ações internacionais tomadas até aqui para conter este fenômeno, por meio de acordos e tratados, têm levado a resultados tímidos ou nulos, pois os indicadores de degradação de ecossistemas, perda de habitats e introdução de espécies exóticas invasoras parecem piorar na medida em que os indicadores dos fluxos materiais, financeiros e comerciais aumentam (UNEP 2012; Lenzen et al. 2012, Steffen et al. 2015a). Para além da Convenção sobre Diversidade Biológica da ONU e seus instrumentos, que são importantes, mas mostram-se limitados na resolução dessa problemática, é

Frederico M. Neves; Luciano Celso B. G. Barbosa; Joanna Maria da C. de O. S. Neves

necessário avançar este debate nos fóruns centrais que definem as políticas econômicas e comerciais dos países, a exemplo da Organização Mundial do Comércio (OMC) e do Fórum Econômico Mundial.

A definição de novas narrativas socioculturais baseadas em lógicas diferentes das atuais narrativas do progresso e do desenvolvimento econômico parece ser o caminho para romper a lógica atual de produção e consumo, estabelecendo novos sentidos para a ideia-força de sustentabilidade. Além de seu caráter insustentável do ponto de vista da capacidade de regeneração dos ecossistemas, a perspectiva do desenvolvimento econômico atual tem levado à perda de espécies biológicas em nível planetário e a concomitante homogeneização da biodiversidade global. Novas narrativas devem recuperar o sentido da diversidade, o que inclui a diversidade biológica, mas também a diversidade cultural dos povos que ao longo dos últimos milênios reproduziram-se em associação com os ecossistemas (Leff 2006; Picq 2016).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diferentemente dos contextos migratórios e comerciais de séculos passados, e com o atual cenário de degradação ambiental dos ecossistemas, está em curso um processo de perda de biodiversidade e concomitante homogeneização da biosfera por meio da introdução de espécies exóticas invasoras. Esta tendência de homogeneização é fruto de processos relacionados à intensificação da globalização hegemônica moderna, como nos fluxos de mercadorias e pessoas pelas diversas regiões do planeta, que tem levado a intensiva inserção das espécies exóticas em diferentes ecossistemas, transportadas em contêineres, cascos de navios, água de lastro, trens, bagagens de turistas, ou mesmo introduzidas de forma intencional, como para a agricultura.

Os dados apresentados neste trabalho indicam que o transporte internacional de mercadorias e pessoas aumentou expressivamente nas últimas décadas, pressionando pela maior introdução de espécies exóticas em distintas partes do globo. Também, a conspícua degradação dos ecossistemas cria o ambiente propício para a naturalização e sucesso das espécies exóticas. Essa degradação dos territórios relaciona-se diretamente com o comércio interno e externo dos países, por exemplo, na demanda por commodities, que levam ao desmatamento para a pecuária extensiva, a mineração, a produção de soja, trigo, entre outros.

Observa-se na literatura que apesar da bioinvasão intencional ser o mecanismo de inserção de espécies exóticas de maior visibilidade e, por isso, a que detém mais discussões, é a bioinvasão não intencional que deveria ser alvo de maiores preocupações, por ser, geralmente, silenciosa e

Frederico M. Neves; Luciano Celso B. G. Barbosa; Joanna Maria da C. de O. S. Neves

imperceptível. Os danos socioambientais só são percebidos, na maioria dos casos, quando a bioinvasão está em estágio avançado.

A troca de componentes da biodiversidade sempre existiu na história da espécie humana em seu processo de expansão e consolidação nas regiões do planeta. Tratar da globalização sem mencionar a inserção de espécies exóticas não parece fazer sentido. O problema é que hoje existem dois fatores que são considerados primordiais para que as espécies exóticas possam obter êxito em outros ecossistemas: (01) o atual estágio de degradação ambiental da maior parte dos ecossistemas e (02) a velocidade e a intensidade em que está ocorrendo o atual processo de globalização hegemônica (fluxos de mercadorias e pessoas pelo globo terrestre).

Estas peculiaridades da globalização moderna reforçam a necessidade de um debate ético sobre seus efeitos colaterais, que se manifestam na forma de riscos de grandes dimensões. No caso da biodiversidade, estes efeitos têm atuado de forma mais intensa do que os processos evolutivos de longa escala que propiciaram o surgimento de toda a diversidade biológica do planeta. Somam-se à perda de biodiversidade os principais impactos ambientais causados pelo ser humano na atualidade - as mudanças climáticas e as alterações nos ciclos biogeoquímicos planetários-, que concorrem para rupturas importantes na dinâmica de funcionamento dos ecossistemas.

A perda de biodiversidade atinge diretamente as sociedades humanas e suas capacidades de resiliência e adaptação em um contexto onde as alterações ambientais planetárias, como as mudanças climáticas e as alterações nos ciclos de nitrogênio e fósforo, já impõem um grande desafio aos países e regiões.

Tal debate ético deveria pautar as decisões dos governos e instituições não governamentais no sentido de se criar mecanismos regulatórios e de governança que busquem minimizar os casos de introdução de espécies exóticas e a degradação dos ecossistemas, buscando, pois, a alteração da rota, ora inexorável, de perda e homogeneização da biodiversidade terrestre.

REFERÊNCIAS

- Balanco P 2003. A globalização e a produção: das configurações espaciais do capitalismo. In WF Menezes (org.). *Economia global: leituras sobre questões regionais e ambientais*. UFBA/FCE/CME, Salvador, p. 11-28.
- Ballouard JM, Brischoux F, Bonnet X 2011. Children prioritize virtual exotic biodiversity over local biodiversity. *PLoS ONE* 6(8).
- Biondi D, Predosa-Macedo JH 2008. Plantas invasoras encontradas na área urbana de Curitiba (PR). *Floresta*, 18:129-144.

Brasil 2016. *Quinto relatório nacional para a convenção sobre diversidade biológica*. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas; Coord. CAM Scaramuzza. MMA, Brasília.

Bright C 1999. Globalization at work: Invasive species: pathogens of globalization. *Foreign Policy*. 116: 51-64.

CBD (Convention on Biological Diversity) 2001. Status, impacts and trends of alien species that threaten ecosystems, habitats and species. Invasive Alien Species. CBD Technical Series No. 1, 135 p., Secretariat of the Convention on Biological Diversity [serial on the internet] Montreal, Québec, Canada. [acesso 14 set 2017]. Disponível em: <http://69.90.183.227/doc/publications/cbd-ts-01.pdf>.

Clement CR, Weber JC, Leeuwen JV, Domian CA, Cole DM, Lopez LAA, Arguello H 2004. Why extensive research and development did not promote use of peach palm fruit in Latin America. *Agroforestry Systems*, 61:195-216.

Còro G 2003. Logística, economia global e desafios para o Made in Italy. In F Monié, G Silva (orgs.). *A mobilização produtiva dos territórios: instituição e logística do desenvolvimento local*. DP&A, Rio de Janeiro, p. 99-142.

Crosby AW 1993. *Imperialismo ecológico: a expansão biológica da Europa, 900-1900*. Companhia das Letras, São Paulo.

Crutzen PJ 2002. Geology of mankind: The Anthropocene. *Nature*, 415: 23.

Darrigran G, Ecurra de Drago I 2000. Invasion of the exotic freshwater mussel *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Bivalvia: Mytilidae) in South America. *Nautilus*, 114(2):69-73.

Didhan RK, Tylianakis JM, Hutchison MA, Ewers RM, Gemmill NJ 2005. Are invasive species the drivers of ecological change?. *Trends in Ecology and Evolution*, 20:470-474.

Ehrenfeld JG 2010. Ecosystem Consequences of Biological Invasions. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst*, 41:59-80

Facon B, Genton BJ, Shykoff J, Jarne P, Estoup A, David P 2006. A general eco-evolutionary framework for understanding bioinvasions. *Trends in Ecology and Evolution*, 21:130-135.

FAO 2016. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2016. Contributing to food security and nutrition for all*. Rome, 200 pp

Frieden JA 2008. *Capitalismo global: história econômica e política do século XX*. Jorge Zahar Ed, Rio de Janeiro.

Furtado C 1998. *O capitalismo global*. Paz e Terra, São Paulo.

Gateway Containers 2017. *How shipping containers changed the world*. [homepage on the Internet] [acesso 18 set 2017] Disponível em: <http://www.gatewaycontainersales.com.au/how-shipping-containers-changed-the-world/>.

Haberl H, Kherb F, Krausmann V, Gaube A, Bondeau C, Plutzer S, Gingrich W, Lucht M, Fischer-Kowalski 2007. Quantifying and mapping the human appropriation of net primary production in earth's terrestrial ecosystems. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 104:12942-12947.

Hulme PE 2009. Trade, transport and trouble: managing invasive species pathways in an era of globalization. *Journal of Applied Ecology*, 46(1).

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) 2013. Summary for Policymakers. In TF Stocker, D Qin, GK Plattner, M Tignor, SK Allen, J Boschung, A Nauels, Y Xia, V Bex, PM Midgley (eds.) *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) 2014. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. In CB Field, VR Barros, DJ Dokken, KJ Mach, MD Mastrandrea, TE Bilir, M Chatterjee, KL Ebi, YO Estrada, RC Genova, B Girma, ES Kissel, AN Levy, S MacCracken, PR Mastrandrea, LL White (eds.). *Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1132 pp.

ISSG (Invasive Species Specialist Group) 2015 [database on the internet]. The Global Invasive Species Database. Version 2015.1. [acesso 29 ago 2017]. Disponível em: <http://www.iucngisd.org/gisd/>

Kolbe JJ, Larson A, Losos JB, Queiroz K 2004. Genetic variation increases during biological invasion by a Cuban lizard. *Nature*, 431:177-181.

Lacerda SM 2004. Navegação e portos no transporte de contêineres. *Revista do BNDES*, 11(22):215-243.

Leff H 2006. *Racionalidade ambiental: a reapropriação social da natureza*. Civilização Brasileira, Rio de Janeiro.

Lenzen M, Kanemoto K, Moran D, Geschke A 2012. Mapping the Structure of the World Economy. *Environmental Science & Technology*, 46(15):8374-8381.

Lenzen M, Moran D, Kanemoto K, Geschke A 2013. Building Eora: a Global Multi-Region Input-Output Database at High Country and Sector Resolution. *Economic Systems Research*, 25(1):20-49.

Lowry E, Rollinson EJ, Laybourn AJ, Scott TE, Alello-Lammens ME, Gray SM, Mickley J, Gurevitch J 2013. Biological invasions: a field synopsis, systematic review, and database of the literature. *Ecology and Evolution*, 3(1):182-196.

Margulis L, Schwartz K 2001. *Cinco reinos: um guia ilustrado dos filós da vida na terra*. 3ª ed. Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.

Mckinney ML 2002. Urbanization, biodiversity, and conservation. *BioScience*, 52:883-890.

Mckinney ML, Lockwood JL 1999. Biotic homogenization: a few winners replacing many losers in the next mass extinction. *Trends Ecol Evol*, 14(11):450-453.

MEA (Millennium Ecosystem Assessment) 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC.

MMA (Ministério do Meio Ambiente) 2009. Informe sobre as espécies exóticas invasoras marinhas no Brasil / Ministério do Meio Ambiente; Rubens M. Lopes/IO-USP (Ed.). Brasília: MMA/SBF, 440 p.; (Série Biodiversidade, 33).

- Mora C, Tittensor DP, Adl S, Simpson AGB, Worm B 2011. How Many Species Are There on Earth and in the Ocean? *PLoS Biol.* 9(8).
- Newbold T, Hudson L, Arnell A, Contu S, De Palma A, Ferrier S, Hill S, Hoskins A, Lysenko I, Phillips H, Burton V, Chng C, Emerson S, Gao D, Pask-Hale G, Hutton J, Jung M, Sanchez-Ortiz K, Simmons B, Whitmee S, Zhang H, Scharlemann J, Purvis A 2016. Has land use pushed terrestrial biodiversity beyond the planetary boundary? *A global assessment. Science*, 353(6296):288-291.
- Pagad S, Genovesi P, Carnevali L, Scalera R, Clout M 2015. IUCN SSC Invasive Species Specialist Group: invasive alien species information management supporting practitioners, policy makers and decision takers. *Management of Biological Invasions*, 6(2):127-135.
- Picq P 2016. *A diversidade em perigo*. Valentina, Rio de Janeiro, 272p.
- Pimentel D, McNair S, Janecka J, Wightman J, Simmonds C, O'Connell C, Wong, E, Russel L, Zern J, Aquino T, Tsomondo T 2001. Economic and environmental threats of alien plant, animal, and microbe invasions. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 84:1-20.
- Porto-Gonçalves CW 2006. *A globalização da natureza e a natureza da globalização*. Civilização Brasileira, Rio de Janeiro.
- Pysek P, Richardson DM 2010. Invasive Species, Environmental Change and Management, and Health. *Annu. Rev. Environ. Resour.* 35:25-55
- Pysek P, Richardson DM, Pergl J, Jarosík V, Sixtová Z, Weber E 2008. Geographical and taxonomic biases in invasion ecology. *Trends in Ecology and Evolution*, 23:237-244.
- Redford KH, Brosius JP 2006. Diversity and homogenization in the endgame. *Global Environmental Change*, 16:317-319.
- Ribeiro WC, Sant'Anna FM 2012. Governança da ordem ambiental internacional. In: WC Ribeiro (org.). *Governança da ordem ambiental internacional e inclusão social*. Annablume; Procam; IEE, São Paulo.
- Ridley M 2004. *Evolution*. 3a ed. Blackwell Publishing, Oxford.
- Rockström J, Steffen W, Noone K, Persson A, Chapin FS, Lambin, EF, Lenton TM, Scheffer M, Folke C, Chellnhuber HJ, Nykvist B, Wit CA, Hughes T, Leeuw S, Rodhe H, Sörlin S, Snyder PK, Costanza R, Svedin U, Falkenmark M, Karlberg L, Corel RW, Fabry VJ, Hansen J, Walker B, Liverman D, Richardson K, Crutzen P, Foley JA 2009. A safe operating space for humanity. *Nature*, 461:472-475.
- Rosenzweig ML 2001. The four questions: what does the introduction of exotic species do to diversity? *Evol. Ecol. Res.*, 3:361-367.
- Sampaio AB, Schmidt IB 2013. Espécies Exóticas Invasoras em Unidades de Conservação Federais do Brasil. *Biodiversidade Brasileira*, 2:32-49.
- Santos M 2006. Por uma outra globalização: do pensamento único à consciência universal. Record, Rio de Janeiro.

Sax DF, Stachowicz JJ, Brown JH, Bruno JF, Dawson MN, Gaines SD, Grosberg RK, Hastings A, Holt RD, Mayfield MM, O'Connor MI, Rice WR 2007. Ecological and evolutionary insights from species invasions. *Trends in Ecology and Evolution*, 22:465-471.

Schultz CL 2004. Extinções. In: IS Carvalho (ed.). *Paleontologia*. Vol. 1. 2ª ed. Editora Interciência, Rio de Janeiro, p. 115-128.

Simberloff D 2005. Non-native species do threaten the natural environment. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 18:595–607.

Simberloff D, Parker IM, Windle PN 2005. Introduced species policy, management, and future research needs. *Front Ecol Environ*, 3:12–20.

Steffen W, Broadgate W, Deutsch L, Gaffney O, Ludwig C 2015b. The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration. *The Anthropocene Review*, 2(1):81–98.

Steffen W, Richardson K, Rockström J, Cornell SE, Fetzer I, Bennett EM, Biggs R, Carpenter S, De Vries W, De Wit CA, Folke C, Gerten D, Heinke J, Mace GM, Persson L, Ramanathan V, Reyers B, Sörlin S 2015a. Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science*, 347(6223).

Strayer DL, Eviner VT, Jeschke, JM, Pace ML 2006. et al. Understanding the long-term effects of species invasions. *Trends in Ecology and Evolution*, 21:645–651.

UNCTAD (United Nations Conference on Trade and Development) 2007. *Review of Maritime Transport 2007*. United Nations, New York; Geneva.

UNCTAD (United Nations Conference on Trade and Development) 2008. *Globalization for development: the international trade perspective*. United Nations, New York; Geneva.

UNEP (United Nations Environment Programme) 2012. Measuring Progress: Environmental Goals & Gaps [serial on the Internet] Nairobi [acesso 25 ago 2017]. Disponível em: http://www.unep.org/geo/pdfs/geo5/Measuring_progress.pdf.

Vieira EF 2003. *Espaços Econômicos: geoestratégia, poder e gestão do território*. Editora Sagra Luzzatto, Porto Alegre.

Villéger S, Blanchet S, Beauchard O, Oberdorff T, Brosse S 2011. Homogenization patterns of the world's freshwater fish faunas. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(44).

Vitousek PM, Mooney HA, Lubchenco J, Melillo JM 1997. Human domination of earth's ecosystems. *Science*, 277(5325):494-499.

Wilson E 1994. *Diversidade da vida*. Companhia das Letras, Rio de Janeiro, 447p.

World Bank. Air transport, passengers carried [database on the Internet] [acesso 15 ago 2017]. Disponível em: <https://data.worldbank.org/indicator/IS.AIR.PSGR?end=2016&start=1975&view=chart>.

Biodiversity in the Era of Globalization: International Market and Environmental Degradation as Drivers of Biosphere Simplification

ABSTRACT

The introduction of exotic species into the territories has characterized part of the human history, contributing to the expansion of the economic system. However, the rhythm and intensity of the current hegemonic globalization, associated with the extent of its peculiar environmental degradation, has led to the introduction of exotic species and the loss of biodiversity in unprecedented scales. The objective of this work is to investigate the processes related to globalization that contribute to the intensification of the process of loss and simplification of the planet's biodiversity. The research was performed on the basis of secondary data, documents and literature review. The results indicate that, since the middle of the twentieth century, with the intensification of the globalization process, a phenomenon of homogenization of the biosphere is underway. Besides the evolutionary and ecological implications, the very reproduction of human societies would be compromised in a context of less biological diversity.

Keywords: Biodiversity; Globalization; Bioinvasion; Global Environmental Change.

Submissão: 30/11/2017

Aceite: 26/11/2018