



Espécies Exóticas Invasoras: caracterização e ameaças aos ecossistemas¹

Lana Cynthia Silva Magalhães² e Maria Clara Silva-Forsberg³

Resumo

O aumento da participação humana na dinâmica biológica está remodelando os ecossistemas. Como resultado, a introdução de espécies exóticas é uma das principais mudanças ambientais ocorridas nos últimos anos e representa a primeira causa de perda de biodiversidade em áreas protegidas. Apesar dos efeitos negativos que podem ocasionar em áreas naturais, não se pode negar que muitas destas espécies trazem benefícios, especialmente econômicos, e apresentam um estreito relacionamento com as atividades humanas. Nesta revisão buscou-se apresentar as principais características das espécies exóticas e dos ambientes invadidos, assim como o potencial de impacto para a biodiversidade nativa, as ações de manejo efetuadas para o controle destas espécies e as relações com o uso humano. Entre as características principais de diversas espécies reconhecidas como invasoras estão a alta capacidade de reprodução e propagação, tolerância a diferentes condições ambientais, longo período de floração e frutificação, resistência a patógenos e alelopatia. Muitas destas características, em conjunto com as condições ambientais do local de introdução irão condicionar o processo de invasão biológica. Os ambientes fragmentados, com baixa diversidade de espécies e alterados antropicamente são mais susceptíveis à invasão por espécies exóticas. O impacto destas espécies pode ser medido em cinco níveis: efeitos sobre os indivíduos, na dinâmica populacional, na comunidade, em processos ecossistêmicos e genéticos. Diante da ameaça que representam em ambientes naturais e do longo histórico de uso destas espécies pelo homem, é preciso ações de manejo em unidades de conservação que resguardem a biodiversidade nativa.

Palavras-Chave: invasão biológica, controle de espécies exóticas invasoras, áreas protegidas, Amazônia.

Invasive Alien Species: characterization and threats to ecosystems. Increased human participation in biological dynamics are reshaping ecosystems. As a result, the introduction of alien species is a major environmental change in recent years and is the leading cause of loss of biodiversity in protected areas. Despite the negative effects that can result in natural areas, there is no denying that many of these species are beneficial, in particular economically, and have a close relationship with human activities. In this review we sought to present the main characteristics of the alien species and invaded environments, as well as the potential impact on native biodiversity, management actions taken to control these species and the relationship with human use. Among the main characteristics of several species recognized as invaders are high ability to reproduce and spread, tolerance to different environmental conditions, long flowering and fruiting period, resistance to pathogens and allelopathy. Many of these characteristics, together with the environmental conditions of the place of introduction will influence the biological invasion process. Fragmented environments with low diversity of species and anthropically changed are more susceptible to invasion by alien species. The impact of these species can be measured in five levels: effects on individuals, in the population dynamics, in the community, ecosystem and genetic processes. Faced with the threat posed in natural environments and the long history of use of these species by humankind, management actions in protected areas are necessary to protect the native biodiversity.

Key-words: biological invasion, control of invasive alien species, protected areas, Amazon.

¹ Parte do trabalho de dissertação da primeira autora no Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia e Recursos Naturais da Amazônia - Universidade do Estado do Amazonas - UEA.

² Mestre em Biotecnologia e Recursos Naturais da Amazônia. Universidade do Estado do Amazonas - Escola Superior de Ciências da Saúde. Autor para correspondência: lanacynthia0102@hotmail.com

³ Professora Doutora da Universidade do Estado do Amazonas - Escola Normal Superior.

E-mail: cforsberg@uea.edu.br

1. Introdução

A introdução de espécies, além de sua área de distribuição natural, é uma das principais mudanças globais causadas pelo homem nos últimos tempos (VITULE e PRODOCIMO, 2012; GISP, 2007). As espécies introduzidas em um ecossistema diferente ao seu de origem são denominadas exóticas. Qualquer espécie pode ser introduzida em um novo ambiente. Entretanto, somente algumas conseguem se estabelecer e aumentar taxa de reprodução e dispersão, alcançando o *status* de invasora, quando podem substituir espécies nativas, em um processo conhecido como invasão biológica (MORO et al., 2012; MATOS e PIVELLO, 2009).

A invasão biológica representa um grave problema ambiental (FINE, 2002), pois espécies exóticas invasoras podem provocar alterações em processos ecológicos essenciais, como ciclagem de nutrientes, produtividade vegetal, mudanças na estrutura, dominância, distribuição das espécies, diferenças no porte da vegetação e em processos evolutivos (ZILLER, 2006). Assim, devido aos impactos que pode ocasionar, a invasão biológica tem sido considerada a segunda causa mundial de perda de biodiversidade e com a crescente ameaça que representa, pode, em breve, superar a destruição de habitats e tornar-se a principal responsável pela degradação ambiental (SIMBERLOFF et al., 2013; CHAPIN et al., 2000).

Apesar dos riscos das espécies exóticas nos ecossistemas serem reconhecidos, o estudo de Parker et al (1999), demonstrou que os impactos originados por estas espécies têm recebido pouca atenção em pesquisas científicas. Mesmo com o crescimento de publicações na área da ciência da invasão, os estudos concentram-se nas características das plantas invasoras e dos ambientes invadidos. Enquanto isso, a base científica sobre impactos continua tímida mesmo para aquelas plantas reconhecidas como invasoras mais

agressivas (HULME et al., 2013). Uma razão para isto é que, a própria conceituação de impacto encontra-se mal compreendida (JESCHKE et al., 2014), resultando na falta de um arcabouço comum para quantificar e qualificar o impacto total de um invasor em uma comunidade biológica (PARKER et al., 2013; THIELE et al., 2010).

As espécies exóticas se estabelecem melhor onde existem intervenções humanas (WILLIAMSON e FITTER, 1996). Assim, para a melhor compreensão sobre o estabelecimento e distribuição de espécies exóticas em ambientes invadidos é fundamental investigações a respeito do histórico das mudanças ambientais em decorrência de atividades humanas. Porém, o conhecimento da interação de espécies exóticas com o uso humano também apresenta lacunas que precisam de mais atenção nas pesquisas (SARMENTO et al., 2013).

Desta forma, objetiva-se nesta revisão, discutir, mais especificamente, o potencial de impacto de espécies exóticas na biodiversidade, as ações de manejo usadas para o controle destas em áreas protegidas e suas relações com o uso humano. Para isto, inicia-se com uma breve caracterização das espécies exóticas e invasoras, do processo de invasão biológica e dos ambientes invadidos. A seguir são discutidas as formas como as exóticas invasoras podem comprometer as espécies nativas, as alternativas de manejo que podem ser adotadas em unidades de conservação e as relações que estas espécies apresentam com as atividades humanas. No atual cenário de um número crescente de episódios de invasões biológicas passa a ser fundamental esses conhecimentos para se direcionar ações de manejo e evitar danos provocados.

2. Metodologia

Para a elaboração deste artigo que sumariza a fundamentação teórica da

dissertação “Espécies exóticas na comunidade vegetal do Parque Estadual Sumaúma: potencial de impacto, uso humano e propostas de controle” foi realizado um levantamento bibliográfico nos portais de busca SciELO, Google Acadêmico e no portal de Periódicos Capes no período de março de 2013 a março de 2015, utilizando os seguintes termos: *invasão biológica, espécies exóticas, espécies invasoras, exóticas em unidades de conservação, levantamento de espécies exóticas, manejo de espécies exóticas, controle e erradicação de espécies invasoras e uso humano de espécies exóticas.*

3. Espécies exóticas e invasoras

Uma espécie é reconhecida como exótica quando é introduzida em um novo ambiente pela ação intencional ou acidental do homem (BRUNO e BARD, 2012; MORO et al., 2012; DELARIVA e AGOSTINHO, 1999). Em resumo, é uma espécie que não ocorreria naturalmente em um local sem a intervenção humana. Qualquer espécie pode ser introduzida em um novo ambiente, porém, somente algumas chegam a se estabelecer com sucesso (BRUNO e BARD, 2012) e podem comprometer as espécies nativas. Assim, surge o conceito de espécies exóticas invasoras, aquelas que introduzidas e adaptadas ao ambiente reproduzem-se de modo consistente e mantém uma população viável autônoma, dispersando-se para áreas distantes do local de introdução original (RICHARDSON et al., 2000). As espécies exóticas invasoras podem ser reconhecidas com base em três premissas: (1) está fora de sua área de distribuição natural, (2) sua introdução tenha sido realizada ou facilitada pela ação humana e (3) sua dispersão ameaça ecossistemas, habitats e outras espécies (CHAME, 2009).

Todas as espécies que se tornaram invasoras são altamente eficazes na competição por recursos, devido à alta eficiência fotossintética e no uso de nutrientes do solo, capacidade de eliminar as nativas por

sombreamento excessivo e na disputa por espaço físico (PIVELLO, 2011). Entre outras características de espécies invasoras pode-se citar a alta capacidade de propagação vegetativa; a tolerância a herbivoria e desfolhamento; a alta capacidade de rebrote e regeneração; a grande longevidade do período de floração e frutificação; a resistência a patógenos; a capacidade simbiótica para fixar nitrogênio e a plasticidade fenotípica (MATOS e PIVELLO, 2009; CHAME, 2009; HOROWITZ et al., 2007).

Além destas características, outra explicação para o rápido crescimento individual e populacional de espécies invasoras é a ausência de inimigos naturais, pois ao escapar de herbívoros e patógenos que as controlam em seu ambiente natural, a população exótica tende a crescer de modo mais rápido que as nativas (GUREVITCH et al., 2009).

4. O processo de invasão biológica

Quando uma espécie é introduzida em um novo ambiente, inicia-se o primeiro passo da invasão biológica, que consiste em ultrapassar as barreiras ambientais impostas pelo novo ambiente. Ao superar estas barreiras, a espécie torna-se estabelecida e é capaz de gerar descendentes férteis, o que garantirá sua regeneração no local e fará com que sua população torne-se estabelecida. Após isto, os indivíduos poderão dispersar-se para além do local de introdução original, ocupando novas áreas, iniciando o processo de invasão biológica (ESPÍNOLA e JÚLIO JÚNIOR, 2007; ZALBA e ZILLER, 2007a).

As barreiras ambientais a serem ultrapassadas incluem desde condições climáticas e de solo até o ataque de predadores e patógenos (ZALBA e ZILLER, 2007a). Deste modo, as semelhanças das características físicas entre o ambiente nativo da espécie e o lugar de introdução podem favorecer a adaptação do indivíduo exótico (DELARIVA e AGOSTINHO, 1999). Com isso, algumas espécies não conseguem se estabelecerem e sua população pode

extinguir-se ou permanecer em uma fase de estado latente, quando apresenta baixa densidade.

A fase de latência varia de acordo com a espécie e a condição ambiental, sendo interrompida quando ocorre alguma mudança favorável para o desenvolvimento da espécie ou até por repetidas introduções, tornando a população abundante, a ponto de alcançar novas áreas (ESPÍNOLA e JÚLIO JÚNIOR, 2007). Alguns fatores que condicionam esta fase são: o tempo de amadurecimento até a reprodução sexual, o tempo necessário para a produção de um grande número de sementes ou descendentes, o número de anos entre ciclos climáticos favoráveis para o seu estabelecimento e a pressão de propágulos (ZALBA e ZILLER, 2007a).

A pressão por propágulos corresponde à medida de esforço de introdução, através da quantidade de indivíduos ou sementes que chegam a uma comunidade de destino, ou até pelo número de repetições da introdução (ZALBA e ZILLER, 2007a). O fornecimento de maior quantidade de propágulos é algo crucial e está fortemente relacionado com o sucesso da invasão (VITULE e PRODOCIMO, 2012; WILLIANSO e FITTER, 1996). Como exemplo deste constante fornecimento de propágulos, pode-se citar o caso de alguns invasores que necessitam de repetidas introduções antes de se estabelecer e invadir o ambiente (FINE, 2002).

Devido a cada espécie responder de forma variada durante o processo de invasão biológica, Richardson et al., (2000), considera que plantas que se propagam por sementes tornam-se invasoras quando passam a ocupar mais de 100 metros de área, em menos de 50 anos da introdução e para espécies que se propagam de modo vegetativo (raízes, rizomas, estolões ou caules rastejantes), quando ocupam mais de 6 metros, em menos de 3 anos da introdução.

5. Áreas susceptíveis à invasão biológica

Da mesma forma que existem espécies com maior potencial invasivo, as

características do ambiente ou habitat onde uma espécie é introduzida também podem contribuir para o sucesso da invasão. O potencial da espécie em colonizar uma grande área denomina-se invasibilidade e representa o sucesso no estabelecimento e propagação. As espécies consideradas bem sucedidas são aquelas que possuem características adequadas para as condições específicas do novo ambiente (HEGER e TREPL, 2003).

Alguns tipos de comunidades parecem ser altamente mais susceptíveis à invasão por espécies exóticas, enquanto outras parecem apresentar maior resistência (GUREVITCH et al., 2009). Os ambientes mais propensos à invasão são as áreas fragmentadas, com baixa diversidade de espécies, os alterados pela ação antrópica e com ausência de inimigos naturais (VITULE e PRODOCIMO, 2012; LAURANCE e VASCONCELOS, 2009; ESPÍNOLA e JÚLIO JÚNIOR, 2007; SAX et al., 2007). Enquanto isso, os ambientes com elevada diversidade, como as florestas primárias, são os mais resistentes à invasão (VITULE e PRODOCIMO, 2012; FINE, 2002).

As áreas alteradas antropicamente tendem a ser invadidas com mais rapidez em relação aos ambientes íntegros (ESPÍNOLA e JÚLIO JÚNIOR, 2007), pois estes locais apresentam funções ecológicas ainda não supridas, o que passa a ser feito por espécies exóticas. Assim, os nichos ecológicos vagos em uma comunidade facilitam o estabelecimento de exóticas (ZILLER, 2000; GUREVITCH et al., 2009). Em comunidades mais ricas em espécies esta situação tem menos chances de ocorrer, pois, os recursos e nichos são amplamente usados, tornando-se indisponíveis para novas espécies colonizadoras (VITULE e PRODOCIMO, 2012).

Desta forma, Ziller (2006) considera que a suscetibilidade de uma comunidade vegetal à invasão por espécies exóticas responde pela fragilidade de um ambiente. As espécies invasoras tendem a se adaptar com facilidade em áreas degradadas, pois frequentemente comportam-se como pioneiras em seus

habitats naturais. Além disso, muitas são heliófilas e encontram mais oportunidades para colonizar áreas alteradas e abertas (DISLICH et al., 2002), características de ambientes alterados pela ação humana.

A intervenção humana nos ambientes naturais está entre os principais fatores que criam oportunidades para episódios de invasão biológica, tanto pela introdução acidental ou intencional, como pelos distúrbios provocados nos ambientes físicos ou na própria comunidade (LAURANCE e VASCONCELOS, 2009). A destruição direta de habitats por desmatamento e fragmentação acaba resultando no crescimento de bordas florestais, nas quais há um relevante aumento da luminosidade, incidência de ventos e mudanças na temperatura e umidade do ar (PRIMACK e RODRIGUES, 2001). Ao criar condições ambientais diferentes como pulsos de nutriente, aumentos da incidência de queimadas e/ou radiação solar, podem ser oferecidas oportunidades para o estabelecimento de espécies generalistas e resistentes, muitas das quais são exóticas.

6. Caracterização dos impactos provocados por espécies exóticas

Os efeitos provocados por um invasor representam o resultado do impacto no ambiente e de modo geral podem ocorrer em: (a) qualquer nível ou organização biótica; (b) imediatamente ou anos após a introdução; (c) persistir durante um curto ou longo tempo; (d) ser tão sutil e não facilmente percebido e (e) interação entre eles, o que faz surgir efeitos adicionais (REASER et al., 2007).

Ainda não existe um conceito acordado para definir o impacto provocado por espécies exóticas, e uma das propostas descreve-o como “qualquer alteração significativa (aumento ou diminuição) de um processo ou padrão ecológico, que pode ser percebido como positivo, negativo ou neutro para os seres humanos” (HULME et al., 2013). Ainda pode ser considerado como um grau de mudança ecológica produzida por uma invasão inicial (PARKER et al., 1999). Em comum, as definições assumem que toda

espécie exótica tem um impacto pelo simples fato de se tornar integrada ao ecossistema. Além disso, os impactos variam em amplitude e podem ser comparados através do tempo e espaço (RICCIARDI et al., 2013).

Cada espécie pode variar quanto ao seu impacto em relação ao tipo de habitat e, até para o mesmo habitat, havendo mudanças significativas tanto na direção e magnitude entre diferentes regiões e o tempo (HULME et al., 2013; PYŠEK et al., 2012; PARKER et al., 1999). Assim, a estimativa do impacto de uma exótica pode variar de acordo com escala temporal e espacial, o que dificulta a quantificação. Com isso, uma das dificuldades é que estudos de pequena escala podem controlar de forma inadequada a variação natural no espaço e no tempo, e em grandes escalas podem ser confundidos por gradientes espaciais ou tendências temporais como a poluição ou alterações climáticas (PARKER et al., 1999).

Desta forma, para avaliar o impacto deve-se considerar o contexto da invasão, pois os efeitos de plantas invasoras interagem com as características dos ambientes invadidos, especialmente em áreas degradadas, dificultando a análise da contribuição relativa de cada impacto (SIMBERLOFF et al., 2013; PYŠEK et al., 2012; PETENON 2006). Um padrão já conhecido é que impactos maiores ocorrem com menos frequência do que os menores (WILLIAMSON e FITTER, 1996), os quais podem passar despercebidos no ambiente.

O impacto de espécies exóticas pode ser medido em cinco níveis: (a) efeitos sobre os indivíduos; (b) efeitos genéticos; (c) efeitos na dinâmica populacional; (d) efeitos na comunidade; (e) efeitos em processos ecossistêmicos. Alguns tipos de efeitos são mais documentados do que outros, os relacionados com os indivíduos e populações são os mais estudados (PARKER et al., 1999).

Os efeitos provocados nas espécies podem ser medidos através de alterações em suas taxas demográficas e atividades comportamentais que diferenciam o uso do

habitat ou padrões de atividades, em resposta aos novos predadores ou concorrentes (PARKER et al., 1999). Medidas de parâmetros populacionais podem ser utilizadas para determinar o impacto de uma espécie invasora, onde as populações podem responder com mudanças na abundância, distribuição e estrutura (idade e tamanho). Os impactos às populações foram os primeiros a serem estudados devido à facilidade de medir e observar e por isso são os mais documentados (HULME et al., 2013; PARKER et al., 1999).

Os efeitos na comunidade são enquadrados em termos de número de espécies (ZILLER, 2006). Enquanto isso, os efeitos genéticos podem ser identificados pela hibridação entre indivíduos nativos e exóticos, o que pode levar a eliminação de genótipos originais (ZILLER, 2006). Entretanto, os efeitos deste tipo são pouco documentados (PARKER et al., 1999). Os estudos voltados aos impactos nos ecossistemas também são poucos, devido ao fato de não serem facilmente detectados, o que dificulta a sua medição (SIMBERLOFF et al., 2013). Os impactos nos ecossistemas incluem: mudanças em processos ecológicos essenciais e em características físicas; erosão e sedimentação; alteração nas taxas de renovação dos recursos do ambiente e modificações nas funções das espécies e distribuição da biomassa (REASER et al., 2007; ZILLER, 2006).

O modelo matemático mais conhecido para medição de impactos foi proposto por Parker et al (1999), no qual são incluídos três componentes principais, a área total ocupada em m^2 (A), a abundância (R) e uma medida de impacto por indivíduo (E), representada por um efeito per capita ou por unidade de biomassa de indivíduos invasores (THIELE, et al., 2010; REASER et al., 2007; RICHARDSON e WILGEN, 2004) resultando na seguinte equação linear: $I = R \times A \times E$. Entretanto, uma das críticas a esta equação é que os componentes considerados podem se relacionar e a fórmula linear torna-se inadequada (THIELE et al., 2010). Além

disso, muitos estudos consideram apenas um dos três componentes propostos para uma medida de impacto, enquanto na verdade são partes separadas em um todo maior (PARKER et al., 1999).

O parâmetro mais utilizado para medição de impacto é a abundância, que representa a quantidade de indivíduos de uma espécie que ocorrem em um determinado local ou amostra. A abundância é considerada uma variável chave no processo de invasão biológica, pois a vantagem de monopolizar mais espaço na comunidade está diretamente relacionada com o impacto (HEDJA et al., 2009), pois qualquer biomassa, espaço ou energia utilizado pelo invasor constituem recursos não disponíveis para os concorrentes nativos (PARKER et al., 1999). Assim, o monitoramento da abundância fornece informações sobre a provável expansão de espécies exóticas em uma área (VELDTMAN et al., 2010) e consequente ocupação e substituição de indivíduos nativos.

A possibilidade de medir e prever impactos permite reconhecer quais espécies podem originar maiores e graves consequências. Um exemplo é o ISSG (The Invasive Species Specialist Group) que publicou o estudo intitulado “100 piores espécies exóticas invasoras do mundo”, com objetivo de identificar as espécies mais agressivas e que produzem impactos mais deletérios ao ambiente. A seleção das espécies baseou-se em dois critérios: o impacto que causa à biodiversidade e/ou atividades humanas e a sua importância em questões que envolvem as invasões biológicas (LOWE et al., 2000). A oportunidade de reconhecer espécies com maior potencial de gerar impacto auxilia na tomada de decisões relacionadas à conservação da biodiversidade, pois poderá ser planejada a melhor estratégia de manejo e as primeiras espécies a serem combatidas.

7. As ações de manejo para prevenir e controlar espécies exóticas

Devido à importância dos efeitos causados por espécies invasoras, a Convenção

da Diversidade Biológica estabeleceu que cada parte contratante deve, na medida do possível, e conforme o caso, impedir a introdução, controlar ou erradicar espécies exóticas que ofereçam riscos aos ecossistemas, habitats e espécies. Para isso, recomenda enfrentar o problema das invasões biológicas com base no “Princípio da Prevenção”, que estabelece a necessidade de ações de combate à espécies exóticas, mesmo na ausência de um consenso científico sobre futuros impactos. Este Princípio baseia-se na constatação que a falta de medidas de controle não é neutra quando trata-se de invasões biológicas (ZILLER e ZALBA, 2007b). Neste caso, todas as exóticas invasoras devem ser combatidas, pois com o passar do tempo, a invasão pode ser iniciada e os impactos agravados (ZILLER, 2010).

Porém, na maioria dos casos as medidas de manejo só são executadas quando a espécie se torna um problema e com o avanço da invasão, os gastos financeiros com o controle são maiores, e em estágios mais avançados a erradicação é praticamente impossível (LEÃO et al., 2011; MANCHESTER, et al., 2000). Os custos decorrentes de um processo de invasão são crescentes e muitas vezes são necessários grandes esforços para diminuir ou eliminar os impactos ambientais gerados (CEPAN, 2009).

Para realizar o manejo de espécies exóticas, técnicas mecânicas, químicas, biológicas ou associação entre estas podem ser aplicadas com o objetivo de controlar ou erradicar suas populações. As técnicas mecânicas são as mais simples e de fácil operacionalidade, incluindo o corte raso, o arranquio manual, o anelamento, o sombreamento, a queima e o roçado (DECHOUM e ZILLER, 2013; ZILLER, 2006). Entretanto, estas técnicas podem exigir um maior tempo de monitoramento, pois de acordo com a espécie, bancos de sementes e tubérculos podem permanecer viáveis por um longo tempo, permitindo novas invasões.

As técnicas químicas consistem na aplicação de herbicidas e se mostram mais eficientes em curto prazo. Atualmente, é um dos meios disponíveis para interromper os

danos irreversíveis de espécies invasoras (SIMBERLOFF, 2008). A combinação entre as técnicas de controle mecânico e químico tem sido relatada como a mais viável para a maioria das espécies, conforme experiências em diversos locais. No caso do controle biológico clássico é feita a introdução de inimigos naturais existentes na mesma região de origem da planta que se deseja controlar (INSTITUTO HÓRUS, 2014). Entretanto, mesmo com a necessidade e o amparo legal para erradicação de espécies exóticas invasoras, existem muitas dificuldades operacionais, especialmente tecnológicas, que limitam essa técnica e elevam seus custos financeiros (ZILLER, 2006).

Um padrão conhecido é que as espécies exóticas se estabelecem melhor onde existem intervenções humanas (WILLIAMSON e FITTER, 1996) e apesar dos benefícios que podem trazer, a sua presença não é compatível com objetivos das unidades de conservação, especialmente as categorizadas como de proteção integral. Assim, é necessário a identificação e registro de ocorrência de espécies exóticas para que medidas para o manejo adequado sejam adotadas.

No Brasil, o Informe Nacional sobre Espécies Exóticas Invasoras, elaborado em 2006, pelo Ministério do Meio Ambiente, registrou a ocorrência de 176 espécies que afetam o ambiente terrestre no Brasil, sendo 68 da fauna e 108 da flora. Alguns exemplos são bem documentados de espécies introduzidas que tornaram-se invasoras como as do gênero de *Pinus* (pinheiros), a *Leucaena leucocephala* (leucena), *Artocarpus heterophyllus* (jaqueira) e as diversas gramíneas africanas da família Poaceae que comprometem a integridade dos ecossistemas em diversas unidades de conservação brasileiras, como o Parque Nacional de Brasília (HOROWITZ et al., 2007) e o Parque Nacional da Tijuca (INSTITUTO HÓRUS, 2014).

Apesar do longo histórico de uso de espécies exóticas pelo homem, não se exclui a necessidade de controle das mesmas em áreas naturais, onde a biodiversidade nativa deve



ser resguardada. Embora no passado o transporte de espécies exóticas possa ter contribuído para o desenvolvimento da humanidade, atualmente pode trazer mais prejuízos do que benefícios (HEIDEN et al., 2006). Para isso, as pessoas precisam reconhecer que muitas das espécies que cultivam podem representar uma ameaça às espécies nativas. Deste modo, as ações de manejo somente terão sucesso com o apoio de todos os atores sociais envolvidos no processo (OLIVEIRA e PEREIRA, 2010), o que ressalta a necessidade da participação das pessoas no processo de enfrentamento das invasões biológicas.

8. A estreita relação entre espécies exóticas e o uso humano

A movimentação de espécies entre diferentes regiões é uma antiga atividade humana e foi marcante em muitos momentos da história da humanidade. Um exemplo é a descoberta das Américas que permitiu grandes trocas de flora entre os continentes, como a introdução de culturas como trigo, arroz, cevada, aveia, cana-de-açúcar, algumas frutíferas, hortaliças, forrageiras, entre outras. Com isso, muitas foram aderidas a alimentação dos povos americanos, garantindo importância na nova área de introdução e o posterior cultivo (DELARIVA e AGOSTINHO, 1999). Outro exemplo ocorreu durante a colonização do Brasil, onde os portugueses atuaram como dispersores de espécies exóticas, principalmente de interesse comercial, acelerando o processo da cosmopolitização da flora e fauna terrestres (LORENZI et al., 2003).

Atualmente, a globalização é responsável por facilitar e acelerar a dispersão de espécies exóticas (ESPÍNOLA e JÚLIO-JÚNIOR, 2007; GISP, 2007). No Brasil, são vários os exemplos de espécies introduzidas que tornaram-se invasoras e comprometem a integridade de ecossistemas naturais. Apesar dos riscos ambientais que podem ocasionar, há um estreito relacionamento entre atividades humanas e espécies exóticas, onde seu uso é incentivado através da agricultura,

horticultura, piscicultura, jardinagem, entre outros empreendimentos econômicos (LOCKWOOD et al., 2007). No caso de plantas ornamentais cultivadas em diversos locais do mundo, a maioria não é nativa da região onde se encontra, o que pode ocasionar problemas nos ambientes naturais (HEIDEN, et al., 2006).

Nestas atividades, algumas espécies introduzidas demandam algum tempo até se estabelecer, sendo a ajuda humana fundamental para contribuir neste processo, através do cultivo e dos cuidados dispensados (ZILLER, 2006). Assim, a ação humana está entre os principais fatores que criam oportunidades para episódios de invasão biológica (MATOS e PIVELLO, 2009).

O aumento da participação humana na dinâmica biológica em todo o mundo está remodelando as biotas de várias maneiras (RICHARDSON e PYŠEK, 2012). Mesmo considerando que a maioria das introduções seja motivada por uma “boa causa”, grande parte é pouco planejada e/ou só leva em consideração os ganhos econômicos, aumento na produtividade entre outros benefícios, sem considerar os prejuízos ambientais e impactos futuros (VITULE e PRODOCIMO, 2012). O conhecimento dos motivos, mecanismos e para onde estas espécies foram transportadas é fundamental para lidar com a problemática das invasões biológicas.

Além da importância econômica, surge a questão do apego sentimental que muitas pessoas possuem por determinadas espécies exóticas, especialmente as ornamentais e frutíferas, e estimulam o seu cultivo e propagação, sem reconhecer as ameaças que estas espécies podem representar em áreas protegidas. Em virtude disso, a Estratégia Nacional sobre Espécies Exóticas Invasoras (MMA, 2006), indica a necessidade de incorporar o tema das invasões biológicas nos currículos escolares e profissionais, além de campanhas de conscientização pública que abordem desde a escolha de uma espécie a ser cultivada em jardim, até questões de grande escala, como empreendimentos comerciais e programas de governo.



Diante deste estreito relacionamento entre o homem e a utilidade de muitas plantas exóticas, a opinião pública deve ser considerada no processo de enfrentamento das espécies invasoras e seus impactos, pois muitas de interesse etnobotânico são objetos de atenção e carisma do público que se posicionam resistentes às ações de erradicação (OLIVEIRA e PEREIRA, 2010). A visão de que cortar árvores é uma atitude incorreta, do ponto de vista ecológico, precisa ser substituída pela ideia de manejo adequado e voltado à prevenção precoce e ação imediata para evitar os impactos da invasão biológica (ZILLER, 2006), sendo considerada uma ferramenta para a conservação da diversidade biológica nativa.

9. Considerações Finais

As espécies exóticas invasoras representam uma crescente ameaça aos ecossistemas, de modo que estudos voltados às invasões são mais do que necessários. Apesar do amplo referencial teórico encontrado em revistas científicas, a base científica para definição e quantificação de impactos continua tímida, e com ausência de um arcabouço comum para a sua medição. No Brasil, especialmente na região amazônica, ainda faltam informações sobre o levantamento de espécies exóticas em Unidades de Conservação. A partir do reconhecimento das espécies que podem causar impactos, as medidas de manejo poderão ser adotadas para o controle e/ou erradicação destas. Além disso, a ação humana é a principal responsável pelo deslocamento de espécies, devido o intenso uso de muitas plantas exóticas que são cultivadas para fins alimentares, comerciais, ornamentais, entre outros. Assim, qualquer ação de manejo deve considerar a opinião pública e participação consciente de todos os envolvidos.

Agradecimentos

As autoras agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas – FAPEAM – pela bolsa de Mestrado concedida

à primeira autora e ao financiamento do Projeto “Diagnóstico da Contaminação Biológica no Parque Estadual Sumaúma: integrando a comunidade à gestão da UC”, através do Edital 014/2012 – JCA Áreas Protegidas.

Divulgação

Este artigo é inédito e não está sendo considerado para qualquer outra publicação. O(s) autor(es) e revisores não relataram qualquer conflito de interesse durante a sua avaliação. Logo, a revista *Scientia Amazonia* detém os direitos autorais, tem a aprovação e a permissão dos autores para divulgação, deste artigo, por meio eletrônico.

Referências

BRUNO, S. F.; BARD, V. T. **Exóticos invasores: bioinvasores selvagens introduzidos no estado do Rio de Janeiro e suas implicações**. Niterói: Editora da UFF, 2012. 127p.

CEPAN. **Contextualização sobre Espécies Exóticas Invasoras**. Dossiê Pernambuco. Recife, Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste. 2009. 59p.

CHAME, M. Espécies exóticas invasoras que afetam a saúde humana. **Ciência e Cultura**. V. 61, n. 1. 2009.

CHAPIN, F. S.; ZAVALTA, E. S.; EVINER, V. T.; NAYLOR, R. L.; VITOUSEK, P. M.; REYNOLDS, H. L.; HOOPER, D.U.; LAVOREL, S.; SALA, O. E.; HOBIE, S.E.; MACK, M. C.; DIAZ, S. Consequences of changing biodiversity. **Nature**, 405, 234-242p. 2000. DOI: 10.1038/35012241

DECHOU, M.; ZILLER, S. Métodos para o controle de plantas exóticas invasoras. **Biotemas**, 26(1), 69-77p, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7925.2013v26n1p69>

DELARIVA, L.; AGOSTINHO, A. Introdução de espécies: uma síntese comentada. **Acta Scientiarum**, 21(2), 255-262p, 1999.

DISLICH, R.; KISSER, N.; PIVELLO, V. R. A invasão de um fragmento florestal em São Paulo (SP) pela palmeira australiana *Archontophoenix cunninghamiana* H. Wendl. & Drude. **Revista Brasileira de Botânica**. v.25, n.1, 55-64p, 2002. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-84042002000100008>.



ESPÍNOLA, L. A.; JÚLIO JÚNIOR. Espécies invasoras: conceitos, modelos e atributos. **Revista de ciência y tecnología de América**, v.32, n. 9, 580-585p, 2007. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33932902>

FINE, P. V.A. The invasibility of tropical forest by exotic plants. **Journal of Tropical Ecology**, 18, p. 687-705, 2002. DOI: 10.1017/S0266467402002456

GISP – Global Invasive Species Programme. **América do Sul invadida: o perigo crescente das espécies exóticas invasoras**. Programa Mundial sobre Espécies Invasoras. Kirstenbosch, África do Sul: 2007. 80p.

GUREVITCH, J.; SCHEINER, S.; FOX, G. **Ecologia Vegetal**. 2ª Ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 592p.

HEGER, T.; TREPL, L. Predicting biological invasions. **Biological Invasions**, v. 5, 313-321p, 2003. DOI:10.1023/B:BINV.0000005568.44154.12

HEIDEN, G.; BARBIERI, R. L.; STUMPF, E. R. Considerações sobre o uso de plantas ornamentais nativas. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v.12, n.1, 2-7p, 2006. <http://132.248.9.34/hevila/Revistabrasileiradehorticulturaornamental/2006/vol12/no1/1.pdf>

HOROWITZ, C.; MARTINS, C. R.; MACHADO, T. **Espécies exóticas arbóreas, arbustivas e herbáceas que ocorrem nas zonas de uso especial e de uso intensivo do Parque nacional de Brasília: diagnósticos e manejo**. Ministério do Meio Ambiente. Brasília, 2007. 58p.

HULME, P. E., PYŠEK, P., JAROŠIK, J., PERGL, U., SCHAFFNER, U., VILÀ, M. Bias and error in understanding plant invasion impacts. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 28, 212-218p, 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tree.2012.10.010>

INSTITUTO HÓRUS. Disponível em: <http://www.institutohorus.org.br/>. Acesso em março de 2014.

invasions. **Trends in Ecology and Evolution** 22, 465-471p, 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tree.2007.06.009>

JESCHKE, J.; SVEN BACHERN, S.; BLACKBURN, T.; DICK, J.; ESSL, F.; EVANS, T.; GAERTNER, M.; HULME, P.; KÜHN, I.; MRUGAŁA, A.; JAN PERGL, J.; PYŠEK, P.; RABITSCH, W.; RICCIARDI, A.; RICHARDSON, D.; SENDEK, A.; VILÀ, M.; WINTER, M.; KUMSCHICK, S. Defining the Impact

of Non-Native Species. **Conservation Biology**, v. 28, n. 5, 1188-1194p, 2014. DOI: 10.1111/cobi.12299

LAURANCE, W. F.; VASCONCELOS, H. L. Consequências ecológicas da fragmentação florestal na Amazônia. **Oecologia Brasiliensis**, 13(3), 434-451p, 2009. DOI:10.4257/oeco.2009.1303.03

LEÃO, T. C. C.; ALMEIDA, W. R.; DECHOUM, M.; ZILLER, S. R. **Espécies Exóticas Invasoras no Nordeste do Brasil: Contextualização, manejo e políticas públicas**. Recife: CEPAN, 2011. 99p.

LOCKWOOD, J. L.; HOOPES, M. F.; MARCHETTI, M. P. **Invasion Ecology**. Blackwell Publishing, 2007. 313p.

LORENZO, P.; GONZÁLEZ, L. Alelopátia: uma característica ecofisiológica que favorece la capacidad invasoras de las especies vegetales. **Ecosistemas**, 19(1), 79-91p, 2010. <http://revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/57>

LOWE, S.; BROWNE, M.; BOUDJELAS, S.; DE POORTER, M. **100 of the World's Worst Invasive Alien Species: a selection from the Global Invasive Species Database**. Published by The Invasive Species Specialist Group (ISSG) a specialist group of the Species Survival Commission (SSC) of the World Conservation Union (IUCN), 2000. 12p.

MANCHESTER, S.; BULLOCK, J. M. The impacts of non-natives species on UK biodiversity and the effectiveness of control. **Journal of applied ecology**, 37, 845-864, 2000. DOI: 10.1046/j.1365-2664.2000.00538.x

MATOS, D. M.; PIVELLO, V. R. O impacto das plantas invasoras nos recursos naturais de ambientes terrestres: alguns casos brasileiros. **Ciência e Cultura**, v. 61, 27-30p, 2009.

MMA. **Espécies exóticas invasoras: situação brasileira**. Brasília: MMA, 2006. 24p.

MORO, M. F.; SOUZA, V. C.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. de.; QUEIROZ, L. P. de.; FRAGA, C. N. de.; RODAL, M. J. N.; ARAÚJO, F. S. de.; MARTINS, F. R. Alienígenas na sala: o que fazer com espécies exóticas em trabalhos de taxonomia, florística e fitossociologia?. **Acta Botanica Brasilica**. 26(4), 991-999p, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062012000400029>.



OLIVEIRA, A. E. S.; PEREIRA, D. G. Erradicação de espécies exóticas invasoras: múltiplas visões da realidade brasileira. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Editora UFPR, n. 21, 173-181p., 2010. <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v21i1.14618>

PARKER, I. M.; SIMBERLOFF, D.; LONSDALE, W. M.; GOODELL, K.; WONHAM, M.; KAREIVA, P. M.; WILLIAMSON, M. H.; VON HOLLE, B.; MOYLE, P. B.; BYERS, J. E.; GOLDWASSER, L. Impact: toward a framework for understanding the ecological effects of invaders. **Biological Invasions**, 3-19p, 1999. DOI: 10.1023/A:1010034312781

PIRES, N.; OLIVEIRA, V. Alelopatia. In.: PIRES, N. M.; OLIVEIRA, V.R. Alelopatia. In.: OLIVEIRA JR, R. S.; CONSTANTIN, J. (Org.). **Plantas daninhas e seu manejo**. Curitiba: Omnipax, 2011. 348p.

PIVELLO V. R. **Invasões Biológicas no Cerrado Brasileiro**: Efeitos da Introdução de Espécies Exóticas sobre a Biodiversidade. *Ecologia* info 33. 2011. <http://www.ecologia.info/cerrado.htm>

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da Conservação**. Londrina: Editora Planta, 2001. 328p.

PYŠEK, P.; JAROŠÍK, V.; HILME, P.; HEDJA, M.; SCHAFFNER, U.; VILÀ, M. A global assessment of invasive plant impacts on resident species, communities and ecosystems: the interaction of impact measures, invading species traits and environment. **Global Change Biology**, v. 18(5), p. 1725-1737, 2012. DOI: 10.1111/j.1365-2486.2011.02636.x

REASER, J. K.; MEYERSON, A. L.; QUENTIN, C.; MAJ, P.; ELREGE, L. G.; GREEN, E.; MOSES K.; PEPETUA L.; MACK, R.; MAUREMOOTO, J.; O'DOWD, D.; WAREA O.; SOETIKNO S.; SAUNDERS, SHINE C.; SIGURDUR T.; VAITU, L. Ecological and Socioeconomic Impacts of Invasive Alien Species in Island Ecosystems. **Environmental Conservation**, 34(2), 1-14p, 2007. DOI:10.1017/S0376892907003815

RICCIARDI, A.; HOOPES, M.; MARCHETTI, M. P.; LOCKWOOD, L. J. Progress toward understanding the ecological impacts of nonnatives species. **Ecological Monographs**, 83(3), p. 263-282, 2013. DOI: 10.1890/13-0183.1

RICHARDSON, D. M.; PYSEK, P.; REJMÁNEK, M.; BARBOUR, M.; PANETTA, D.; WEST, C. J. Naturalization and invasion of alien plants concepts and definitions. **Diversity and**

Distributions, 6, 93-107p, 2000. DOI: 10.1046/j.1472-4642.2000.00083.x

RICHARDSON, D.M.; PYŠEK, P. Naturalization of introduced plants: ecological drivers of biogeographical patterns. *New Phytologist*, 196 (2), 383-396p, 2012. DOI: 10.1111/j.1469-8137.2012.04292.x

SANTANA, O. A.; ENCINAS, J. I. Levantamento das espécies exóticas arbóreas e seu impacto nas espécies nativas em áreas adjacentes a depósitos de resíduos domiciliares. **Revista Biotemas**, 21 (4), 29-38p, 2008. <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7925.2008v21n4p29>

SARMENTO, A.; BARBOSA, C.; CASTELLANI, T.; HANAZAKI, N. Interferência Humana no Estabelecimento e Distribuição de *Furcraea foetida* (L.) Haw (Agavaceae) na Praia Mole, Ilha de Santa Catarina, Brasil: Uma Interface entre Etnobotânica e Espécies Exóticas Invasoras. **Biodiversidade Brasileira**, 3(2), p. 175-191, 2013.

SAX, D.F.; STACHOWICZ, J.J.; BROWN, J.H.; BRUNO, J.F.; DAWSON, M.N.; GAINES, S.D.; GROSBERG, R.K.; HASTINGS, A.; HOLT, R.D.; MAYFIELD, M.M.; O'CONNOR, M.I.; RICE, W.R. Ecological and evolutionary insights from species

SIMBERLOFF, D. We can eliminate invasions or live with them. Successful management projects. **Biological Invasions**, Dordrecht, v. 11, n. 1, 149-157p, 2008. DOI: 10.1007/s10530-008-9317-z

SIMBERLOFF, D.; MARTIN, J.; GENOVESI, P.; MARIS, V.; WARDLE, D.; ARONSON, J.; COURCHAMP, F.; GALIL, B.; GARCIA-BERTHOU, E.; PASCAL, M.; PYŠEK, P.; SOUSA, R.; TABACCHI, E.; VILÀ, M. Impacts of biological invasions: what's what and the way forward. **Trend in Ecology & Evolution**, v. 28, n. 1, 58-66p, 2013. DOI: 10.1016/j.tree.2012.07.013

THIELE, J.; KOLLMANN, J.; MARKUSSEN, B.; OTTE, A. Impact assessment revisited: improving the theoretical basis for management of invasive alien species. **Biological Invasions**, v. 12, 2025-2035p, 2010. DOI: 10.1007/s10530-009-9605-2

VITULE, J. R.; PRODOCIMO, V. Introdução de espécies não nativas e invasões biológicas. **Estudos de biologia: Ambiente e diversidade**, 34(83), 225-237p, 2012. DOI: 10.7213/estud.biol.7335



WILLIAMSON, M.; FILTER, A. The varying success of invaders. **Ecology**. 77 (6), 1661 – 1666p, 1996. DOI: 10.2307/2265769

ZALBA, S.; ZILLER, S. R. Manejo adaptativo de espécies exóticas invasoras: colocando a teoria em prática. **Natureza & Conservação**, v. 5, n. 2, 16-22p, 2007b.

ZALBA, S.; ZILLER, S. R. Propostas de ação para prevenção e controle de espécies exóticas invasoras. **Natureza & Conservação**, v. 5, n. 2, 8-15p, 2007a.

ZILLER, S. R. Espécies exóticas da flora invasoras em unidades de conservação. In.: CAMPOS, J. B.; TOSSULINO, M. G.; MULLER, C. R. (Org.). **Unidades de conservação: ações para a valorização da biodiversidade**. Instituto Ambiental do Paraná. Curitiba: 2006. 344p.

ZILLER, S.R. Plantas exóticas invasoras: a ameaça da contaminação biológica. **Revista Ciência Hoje**, Coluna Opinião, v. 30, n. 178, p. 77-79p, 2000.