

Plantas invasoras: representatividade da pesquisa dos países tropicais no contexto mundial

Daniela Petenon, MSc

- Departamento de Ecologia, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo

Vânia Regina Pivello, Dr.¹

- Departamento de Ecologia, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo

RESUMO

Invasões biológicas ameaçam a biota nativa de diversos países e essa ameaça se faz ainda maior nas regiões tropicais, detentoras da maior biodiversidade. Para avaliar a representatividade dos estudos sobre plantas invasoras nos países tropicais em relação ao mundo, bem como a região de origem e hábito das plantas invasoras mais reportadas nas pesquisas, analisamos as publicações de oito das principais revistas internacionais que abordam o tema, entre janeiro/1995 e dezembro/2004. Os artigos sobre invasão biológica foram classificados em teóricos ou estudos de caso, e conforme a abordagem, a pergunta principal, o local de realização do estudo, a região de origem e o hábito da planta invasora. Os estudos de caso predominaram, bem como questões acerca da suscetibilidade do meio à invasão, poder de invasão da espécie e impactos causados. As invasoras mais reportadas eram herbáceas originárias da Ásia e Europa. Poucos artigos abordaram ambientes tropicais e apenas um se referia ao Brasil; a maioria referia-se à América do Norte e Europa. Essa pequena proporção de publicações nos trópicos indica a carência de projeção mundial no assunto e destaca a falta de dados consistentes e organizados para se compreender o fenômeno e propor estratégias efetivas de combate à invasão biológica.

Palavras-chave: invasão biológica, espécies exóticas, biodiversidade, revisão bibliográfica.

INTRODUÇÃO

A invasão biológica é uma ameaça às biotas nativas de todo o mundo. Constitui um importante agente de degradação ambiental (Novacek & Cleland, 2001; Sheil, 2001), que se torna cada vez mais presente, devido à intensificação das trocas de materiais entre todos os povos. São várias as conseqüências deste fenômeno, em especial, a substituição de espécies nativas por exóticas, a “poluição genética” devida à criação de híbridos e à perda de *pools* gênicos, modificações – muitas

vezes profundas – no funcionamento dos ecossistemas, além de grandes perdas econômicas (Parker *et al.*, 1999; Prieur-Richard & Lavorel, 2000; FAO, 2005).

Em 1859, Darwin já havia notado a presença de espécies exóticas em ambientes naturais e percebido o problema que poderiam causar (Darwin, 1859). Mas foi em 1958, com a obra de Charles Elton – *The Ecology of Invasions by Animals and Plants* – que a “Ecologia das Invasões” teve seu marco inicial (Elton, 1958). A partir da década de 1990, essa área da Ecologia tomou um forte impulso, com a publicação de um grande número de trabalhos, que podem ser separados em várias frentes

¹ vrpivel@ib.usp.br

de pesquisa, sendo duas delas as mais desenvolvidas até hoje: a primeira é focada nas espécies ou populações de invasoras, onde se incluem diagnósticos das espécies invasoras e da extensão do fenômeno, a caracterização dos processos e padrões da invasão, as estratégias competitivas das espécies invasoras (Vermeij, 1996; Rejmánek & Richardson 1996; Williamson & Fitter 1996a; 1996b; Everett, 2000; Hanfling & Kollmann 2002; Bryson & Carter, 2004; Vilá & Weiner 2004); a segunda enfatiza a comunidade e o ecossistema, investigando os fatores do ambiente que lhe possam conferir resistência ou suscetibilidade à invasão, bem como os impactos causados (Walker & Smith, 1997; Mack & D'Antonio, 1998; Dukes & Mooney, 1999; Parker et al., 1999; Mack, 2000; Zalba et al., 2000; Byers, 2002; Crooks, 2002; D'Antonio & Kark, 2002; Kriticos et al., 2003; Levine et al., 2003).

Devido à gravidade do problema, o tema "invasão biológica" tem atualmente recebido atenção por parte de pesquisadores, tomadores de decisão e a sociedade em geral (FAO, 2005). Já existem diversas instituições nacionais e internacionais que alertam sobre o problema, catalogam espécies invasoras e pesquisam formas de controle. No Brasil, o Instituto Hórus – uma organização não governamental criada em 2003, especificamente para lidar com as invasões biológicas – tem desenvolvido projetos e ações relacionados ao problema, juntamente com o Ministério do Meio Ambiente. Na esfera internacional, o GISP (*Global Invasive Species Program*), criado em 1997, tem sido um dos veículos mais importantes de divulgação e desenvolvimento de técnicas para o controle de espécies invasoras, além de promover treinamento de pessoal e cooperação internacional (McNeely et al., 2001; Wittenberg & Cock, 2001).

Entretanto, apesar da crescente conscientização sobre o problema das invasões biológicas em geral, estudos específicos sobre o tema em ecossistemas tropicais ainda são escassos (Fine, 2002). E são os ecossistemas tropicais justamente aqueles que detêm a maior biodiversidade do planeta, a qual se encontra mais

ameaçada. O fato de 22 dos atuais 34 *hotspots* de biodiversidade mundial (ou seja, 64,7%) estar localizados nos trópicos (Mittermeier et al. 2004) espelha essa ameaça à diversidade, uma vez que a definição dos *hotspots* leva em conta tanto a diversidade biológica e endemismos quanto o grau de ameaça a que estão expostos.

A maioria dos países tropicais são hoje regiões em desenvolvimento e vivem o paradoxo de possuir os maiores índices de biodiversidade e, ao mesmo tempo, sofrer fortes pressões antrópicas negativas que causam a perda dessa diversidade (Jenkins, 2003). A fragmentação das florestas tropicais – a maioria delas hoje reduzidas a pequenos remanescentes, geralmente circundados por matrizes dominadas por espécies exóticas – gera altas probabilidades de invasão biológica (Turner, 1996). Em quase todas as florestas tropicais do mundo é possível encontrar pelo menos uma espécie exótica (Usher, 1991); em algumas, as espécies exóticas chegam a predominar na paisagem (Fine, 2002). A situação em outros ecossistemas tropicais não é diferente (Pivello et al., 1999a ; 1999b; Ziller, 2006).

A falta de dados – ou sua pouca disponibilidade e divulgação – forma uma lacuna na compreensão das causas, das conseqüências e do controle dessa ameaça. Rodríguez (2001) afirma que a real dimensão do fenômeno da invasão por animais, na América do Sul, não está refletida na literatura atual. No caso de plantas, o cenário pode ser o mesmo em todos os ambientes tropicais. Torna-se, portanto, imprescindível que a atenção mundial se volte para o problema das invasões biológicas nos trópicos.

A fim de avaliar a representatividade dos ambientes tropicais no panorama mundial da produção científica sobre invasões biológicas por espécies vegetais, este artigo apresenta uma análise comparativa das publicações nas principais revistas internacionais sobre o tema, num período de dez anos (janeiro de 1995 e dezembro de 2004). São também examinados os assuntos tratados, os tipos de

plantas invasoras e suas regiões de origem, procurando-se situar o Brasil nesse contexto. Buscou-se, portanto, responder às seguintes questões:

- Qual é a proporção de estudos sobre plantas invasoras nos países tropicais em relação aos países não-tropicais?
- Plantas invasoras com quais hábitos são as mais reportadas nos estudos científicos sobre invasão biológica?
- Plantas invasoras originárias de quais regiões do globo são mais reportadas nos estudos científicos sobre invasão biológica?

MATERIAL E MÉTODOS

O universo amostral desta análise foi constituído de oito periódicos internacionais publicados no período de janeiro de 1995 a dezembro de 2004, selecionados com base no índice de impacto e na relevância para o tema “invasão biológica” (TABELA 1).

TABELA 1. Revistas internacionais selecionadas para análise e respectivos índices de impacto (relativos a 2003, disponíveis na *ISI Web of Knowledge* 2005). (*) A revista *Biological Invasions* não está classificada e não possui índice de impacto.

Revista	Índice de impacto
<i>Trends in Ecology & Evolution</i>	12,449
<i>Ecology Letters</i>	4,211
<i>Ecology</i>	3,701
<i>Journal of Ecology</i>	2,833
<i>Oikos</i>	2,142
<i>Biological Conservation</i>	2,056
<i>Journal of Tropical Ecology</i>	0,961
<i>Biological Invasions</i>	(*)

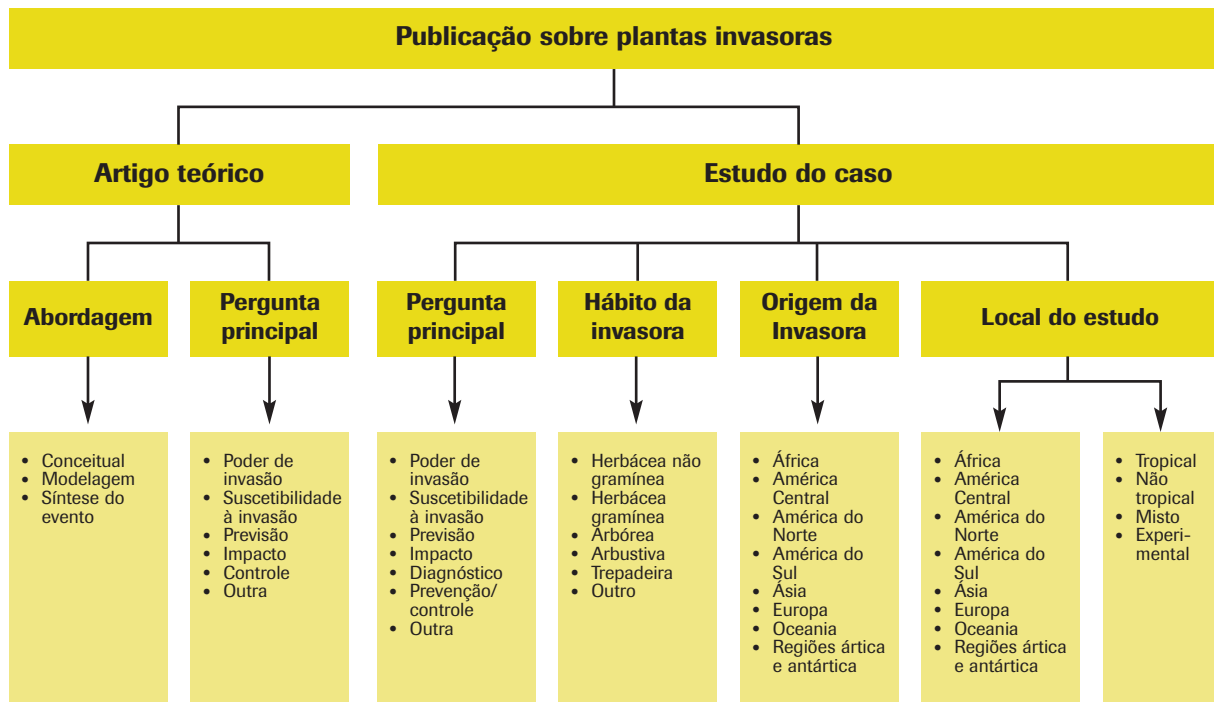
Foram verificados os índices de conteúdo desses periódicos em suas páginas eletrônicas oficiais, disponíveis na rede mundial de computadores (*www*) ou nos próprios exemplares impressos, selecionando-se os artigos relacionados a plantas terrestres invasoras. A seleção dos artigos foi feita a partir do título e do

resumo; quando estes deixavam dúvidas, foi lido o artigo todo. Artigos teóricos genéricos sobre invasão biológica, que consideravam tanto plantas quanto animais, também foram incluídos. Não foram considerados aqueles que tratavam exclusivamente de plantas aquáticas, plantas indesejáveis na agricultura, mas não necessariamente exóticas invasoras (“ervas daninhas”), fungos e animais, além dos artigos sobre plantas exóticas que não abordaram o fenômeno da invasão. Para confirmar a busca completa dos artigos pelo índice de conteúdo, também foi feita uma busca por palavra-chave nas páginas eletrônicas das revistas, utilizando-se os formulários de busca avançada. Procurou-se pelo termo “inva???” nos campos de busca por título, resumo e palavra-chave, a fim de filtrar palavras como *invasion*, *invader*, *invasibility*, *invasiveness*.

Todos os artigos selecionados na etapa anterior foram lidos e classificados, inicialmente, em dois grandes grupos: artigos teóricos e estudos de caso. Os artigos teóricos caracterizavam-se por abordar as definições, hipóteses, teorias ou modelos relacionados à invasão biológica; seus conteúdos eram mais abrangentes e generalistas, pois não determinavam espécies ou locais. Os estudos de caso referiam-se a pesquisas em locais específicos, ou sobre determinadas espécies de plantas terrestres (FIGURA 1).

Os artigos teóricos foram então classificados quanto à abordagem: os “conceituais” discorriam sobre definições, teorias, hipóteses e proposições acerca das invasões biológicas; foram incluídos na classe “modelagem” aqueles que propunham modelos matemáticos para explicar ou prever padrões ecológicos; as “sínteses de eventos” descreviam as principais discussões e conclusões resultantes de reuniões científicas sobre invasões biológicas. Também foram classificados conforme o assunto abordado, com base nas principais perguntas que pretendiam responder: poder de invasão da planta, suscetibilidade do ambiente à invasão, previsão de invasão, impactos causados pelas invasões, controle da invasora (FIGURA 1).

Figura 1. Critérios adotados para a classificação dos artigos analisados.



Os estudos de caso foram classificados quanto à pergunta principal (semelhantes às dos artigos teóricos), ao hábito da planta invasora, à sua região de origem e ao local de realização do estudo (FIGURA 1). Em relação ao hábito da planta invasora, foram consideradas espécies herbáceas, arbustivas, arbóreas e trepadeiras. Dentre as herbáceas, foram separadas as não-gramíneas das gramíneas (Poaceae), pois este último grupo foi bastante numeroso e mereceu destaque. O local de origem da planta invasora foi pesquisado no texto do artigo e, quando este não o citava, foram utilizados os seguintes bancos de dados: *The Global Compendium of Weeds* (Hawaiian Ecosystems at Risk Project – HEAR; <http://www.hear.org/gcw>); *Natural Resources Conservation Service Plants Database* (United States Department of Agriculture; <http://plants.usda.gov>); *Global Invasive Species Database* (Invasive Species Specialist Group/IUCN; <http://www.issg.org>). O local de realização do estudo foi, primeiramente, classificado de acordo com o respectivo continente. A seguir, os artigos foram classificados de acordo com o ambiente em tropicais, não-tropicais, ambos, ou de ambientes experimen-

tais. A classificação dos ambientes em tropicais e não-tropicais foi feita conforme os domínios biogeográficos (botânicos) propostos por Wallace (*apud* Cox, 2001), ou seja, consideraram-se “tropicais” as regiões neotropical, paleotropical e australiana; as outras regiões foram classificadas como “não-tropicais”. Na classe “ambos” encontravam-se os estudos que abordavam tanto ambientes tropicais quanto não-tropicais, e aqueles estudos desenvolvidos em laboratórios ou estufas foram classificados como “experimentais” (FIGURA 1).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre cerca de 6.880 artigos publicados nas revistas selecionadas, no período considerado, 238 referiam-se a plantas invasoras em ambientes terrestres. Destes, 68 (28,6%) eram teóricos e 170 (71,4%) eram estudos de caso (TABELA 2). Em geral, temas que exigem a comprovação prática de hipóteses levantadas contam com muitos estudos de caso. Isso ocorreu no caso deste levantamento, cujas perguntas necessitam de comprovação prática, tendo-se encontrado a maioria dos artigos

TABELA 2: Número de artigos publicados nas oito revistas analisadas, no período de 1995 a 2004. (E): estudos de caso; (T): artigos teóricos; BC: *Biological Conservation*; BI: *Biological Invasions*; EC: *Ecology*; EL: *Ecology Letters*; JE: *Journal of Ecology*; JT: *Journal of Tropical Ecology*; OK: *Oikos*; TR: *Trends in Ecology & Evolution*. (*) A revista ainda não havia sido criada na data correspondente.

Ano	BC			BI			EC			EL			JE			JT			OK			TR			Total
	(E)	(T)	Total	(E)	(T)	Total	(E)	(T)	Total	(E)	(T)	Total	(E)	(T)	Total	(E)	(T)	Total	(E)	(T)	Total	(E)	(T)	Total	
1995	2	0	2	*	*	*	1	0	1	*	*	*	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
1996	3	6	9	*	*	*	2	7	9	*	*	*	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	19
1997	0	0	0	*	*	*	1	0	1	*	*	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1998	4	0	4	*	*	*	3	0	3	*	*	*	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	2	10
1999	0	1	1	13	4	17	2	1	3	2	0	2	2	0	2	0	0	0	0	1	1	0	1	1	27
2000	2	0	2	7	2	9	0	1	1	2	1	3	1	1	2	2	0	2	2	0	2	0	2	2	23
2001	7	0	7	8	0	8	1	0	1	3	0	3	0	0	0	0	0	0	2	3	5	0	3	3	27
2002	2	0	2	16	0	16	4	0	4	1	1	2	1	0	1	1	1	2	4	2	6	0	6	6	39
2003	1	0	1	7	3	10	8	2	10	2	0	2	3	0	3	0	0	0	3	0	3	0	0	0	29
2004	1	0	1	18	5	23	7	4	11	6	2	8	3	1	4	2	0	2	5	1	6	0	4	4	59
Total	22	7	29	69	14	83	29	15	44	16	4	20	11	2	13	6	1	7	17	7	24	0	18	18	238

como sendo estudos de caso. Entretanto, também foi relativamente grande a proporção de trabalhos teóricos, provavelmente devido ao fato de apenas recentemente ter-se iniciado uma exploração mais intensa do assunto “invasões biológicas” no meio científico. Assim, diversas hipóteses ainda estão sendo levantadas para tentar explicar tanto as características que conferem à planta um maior poder de invasão, como as peculiaridades de um ambiente que o tornariam mais vulnerável às invasoras (Garcia-Ramos & Rodriguez 2002;

Kennedy et al. 2002; Vivanco et al. 2004; Hierro et al. 2005; Liu & Stiling, 2006; Parker et al. 2006). Daí decorrem conjecturas para tentar prever e avaliar impactos e controlar o problema.

Os dados mostram um claro aumento no número de artigos sobre invasão biológica por plantas terrestres – tanto teóricos quanto estudos de caso (FIGURA 2) – ao longo dos dez anos analisados. O ano de 2004 teve o maior número de artigos publicados no tema:

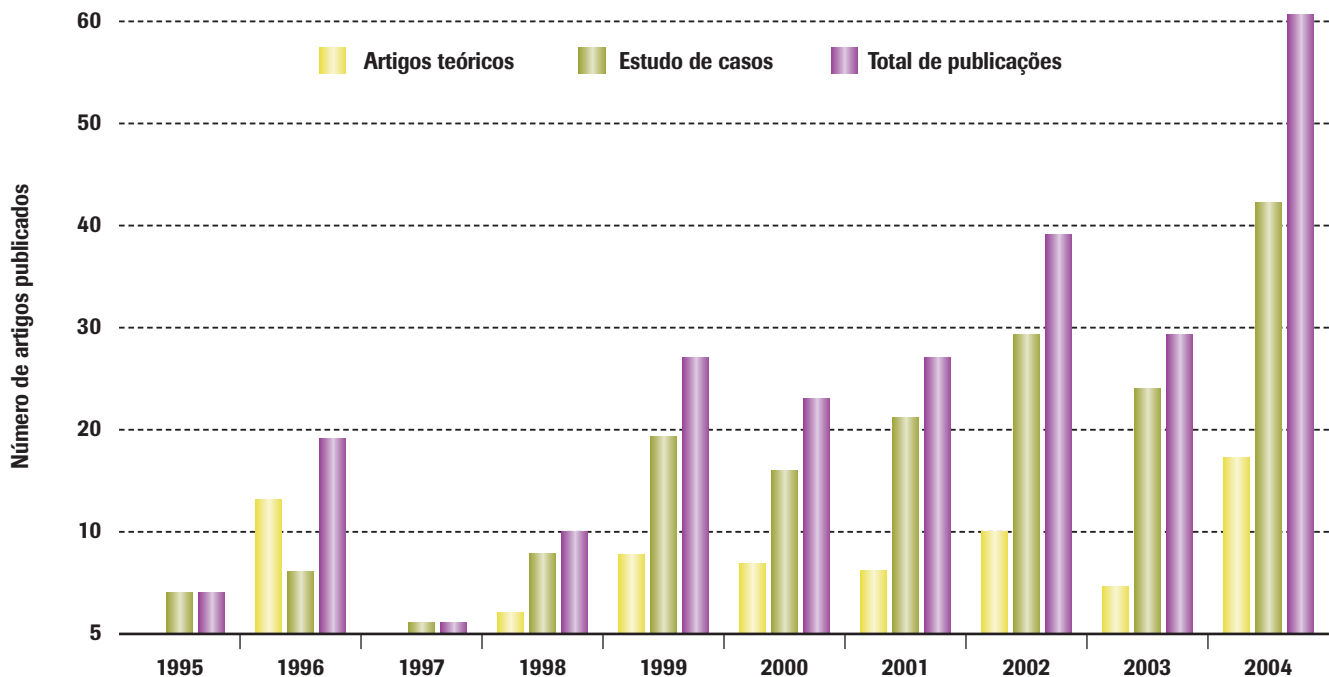


Figura 2. Número de artigos publicados sobre plantas invasoras no período de janeiro/ 1995 a dezembro/ 2004, nas oito revistas consultadas.

59 artigos. O maior número de publicações em 1996, quando comparado a 1995 e 1997, se deve à edição de um número especial da revista *Ecology* (vol. 77, n. 6) e de dois números especiais da revista *Biological Conservation* (vol. 78, n. 1 e n. 2), que continham vários artigos sobre o tema. A própria criação da revista *Biological Invasions*, específica ao estudo de invasões biológicas, demonstra o aumento do interesse sobre o fenômeno. Esse interesse crescente pelo assunto também foi detectado por Kolar & Lodge (2001), que verificaram um grande aumento no número de publicações sobre as características das espécies invasoras (animais e plantas) no período de 1986 a 1999, e por Puth & Post (2005) que, analisando mais de 800 artigos sobre invasão biológica em ambientes terrestres e aquáticos, destacaram que o número de publicações anuais havia quadruplicado entre 1995 e 2004.

Foi grande a variedade de temas tratados nos artigos teóricos e nos estudos de caso. A maioria dos artigos teóricos abordou o poder de invasão da espécie (18 artigos; 26,5%) como pergunta principal e, tanto nos artigos teóricos como nos estudos de caso, os temas “susceptibilidade do ambiente ou comunidade à invasão”, “impactos causados por invasões” e “poder de invasão da planta” foram dos mais abordados (FIGURA 3). Os artigos teóricos buscavam entender o fenômeno da invasão sob diversos aspectos: genético, fisiológico, as interações da comunidade, ou as características do ambiente físico. Os estudos de caso, por sua vez, não se limitaram a diagnosticar processos de invasão numa abordagem descritiva, mas procuraram detectar e testar relações entre organismos, ou explicar a dinâmica de ocupação do espaço, geralmente com abordagem experimental.

Se, por um lado, a abordagem de assuntos variados demonstra um avanço rumo à compreensão do problema, cercado-o sob diversos aspectos, por outro, verifica-se que grande parte dos artigos, tanto os teóricos como os estudos de caso, tenderam a tratar os assuntos de forma isolada. Por exemplo, uma

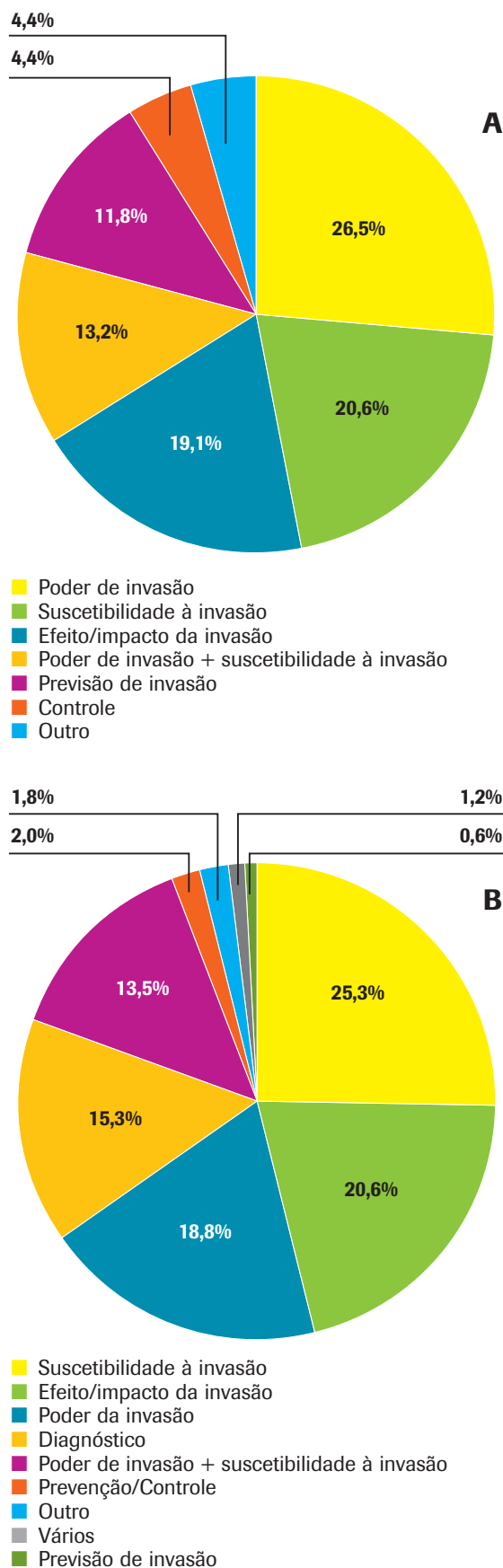


Figura 3. Principais assuntos abordados nos artigos teóricos (A) e nos estudos de caso (B) publicados nas oito revistas consultadas, no período de 1995 a 2004.

pequena parcela dos trabalhos abordou os temas “poder de invasão da espécie” e “susceptibilidade do meio à invasão” conjuntamente (cerca de 13%, em ambos os casos), enquanto esses assuntos foram tratados isoladamente em quase metade dos artigos teóricos e estudos de caso (FIGURA 3). Como esses dois aspectos estão intimamente relacionados e contribuem para o sucesso da invasão, é necessário que se desenvolvam estudos mais integradores. Talvez essa falta de integração entre temas seja um dos motivos para que poucos artigos enfocassem estratégias de controle e prevenção (FIGURA 3), tema que demanda diversos tipos de informações básicas pré-estabelecidas acerca das características da planta invasora e do ambiente invadido.

A maior parte dos estudos de caso tratou de espécies herbáceas (72 artigos, 42,4%), sendo que 38 destes (22,4%) abordaram espécies não-gramíneas e 34 artigos (20,0%) abordaram gramíneas (FIGURA 4). Proporções bem menores de espécies arbóreas, arbustivas e trepadeiras mereceram destaque, entretanto, uma porção significativa dos artigos (55; 32,4%) analisou mais de uma planta, com diferentes hábitos. O predomínio do hábito herbáceo verificado nos artigos analisados provavelmente se deve ao fato da maioria dos estudos ter sido desenvolvida nos Estados Unidos (FIGURA 5), especialmente em ecossistemas de *grasslands* e *prairies*, ambientes abertos e dominados por herbáceas heliófilas.

Quanto à origem, quase um terço dos artigos analisados (53 artigos; 31,8%) consideraram plantas invasoras oriundas da Ásia e da Europa. Por outro lado, a soma dos artigos que reportaram as invasoras provenientes das três Américas constituiu um valor bem menor (23 artigos; 13,5%) que aquele da Eurásia. As plantas originárias das Américas do Sul e

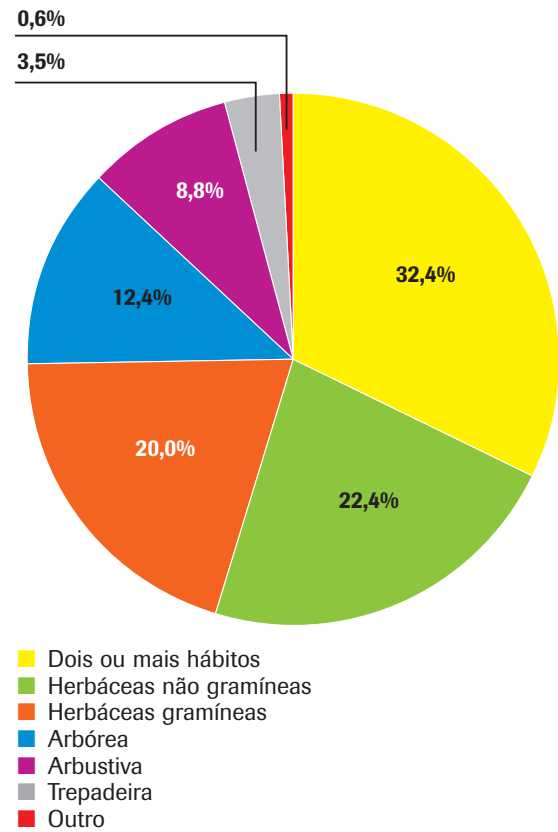


Figura 4. Número de estudos de caso, conforme o hábito da planta invasora, publicados nas oito revistas consultadas, no período de 1995 a 2004.

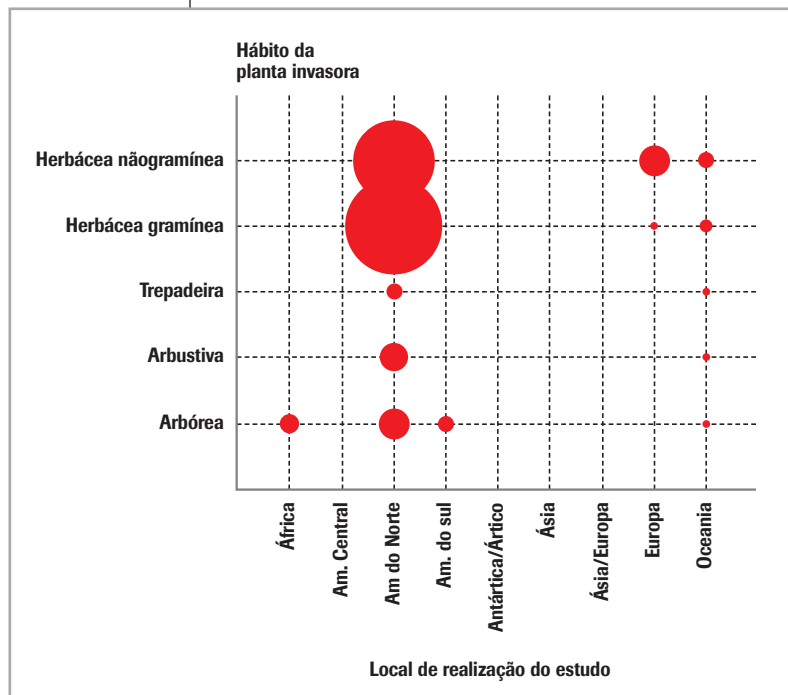


Figura 5. Relação entre o local de desenvolvimento do estudo e o hábito da planta invasora. O tamanho da esfera é proporcional ao número de artigos em cada categoria.

Central, África e Oceania contaram com poucos trabalhos. Quase a metade dos estudos de caso abordou plantas invasoras provenientes de mais de um local (75 artigos; 44,1%) e sete deles abordaram espécies cujas origens não puderam ser identificadas (FIGURA 6).

O sucesso de uma espécie num ambiente novo, a ponto de se tornar invasora, está diretamente relacionado, entre outros fatores, à semelhança entre o novo ambiente e o local de origem, e ao número de introduções da espécie no novo local (Rejmánek et al. 2005). Foi grande a proporção de artigos norte-americanos relatando plantas invasoras originárias da Ásia e Europa (FIGURA 7). A história do continente norte-americano, colonizado por europeus e cujo comércio sempre sofreu grande influência européia e asiática, evidencia recorrentes introduções de espécies originárias da Eurásia. Semelhanças climáticas também facilitaram o estabelecimento e a dispersão dessas espécies.

A maioria dos estudos analisados (92 artigos, ou 54,1% do total) foi desenvolvida na América do Norte (principalmente na Califórnia) e Europa (21 artigos; 12,4%) (FIGURA 8A). Dos artigos realizados na América do Sul, apenas um foi desenvolvido no Brasil; os outros foram desenvolvidos no Chile (2 artigos) e Argentina (7 artigos). A partir desses dados, constata-se que mais da metade dos estudos de caso analisados (103 artigos; 60,6%) foram desenvolvidos em regiões que excluem ambientes tropicais; apenas 36 artigos (21,2%) abordaram ambientes exclusivamente tropicais (FIGURA 8B) e 11 artigos (6,5%) abordaram tanto ambientes tropicais quanto não-tropicais ("ambos"). Mesmo na América do Sul, três artigos abordaram região não-tropical, como a Patagônia. Vinte outros artigos

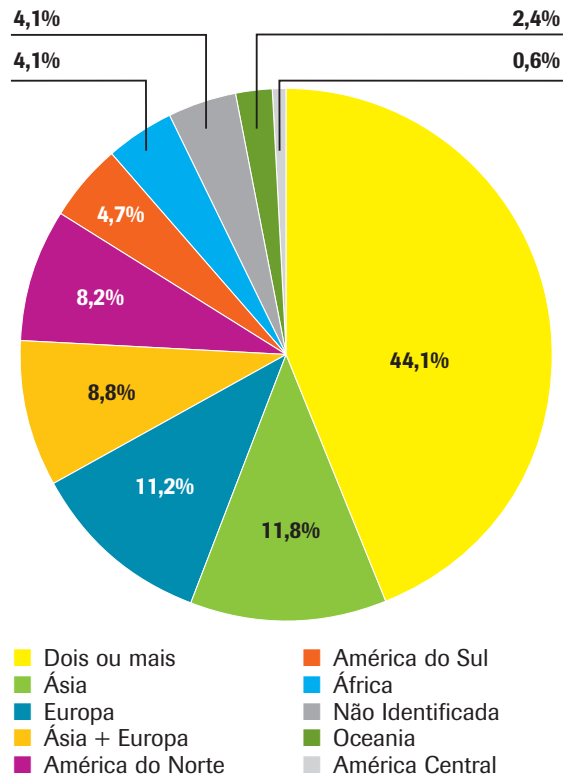


Figura 6. Número de estudos de caso conforme a região de origem da planta invasora, publicados nas oito revistas consultadas, no período de 1995 a 2004.

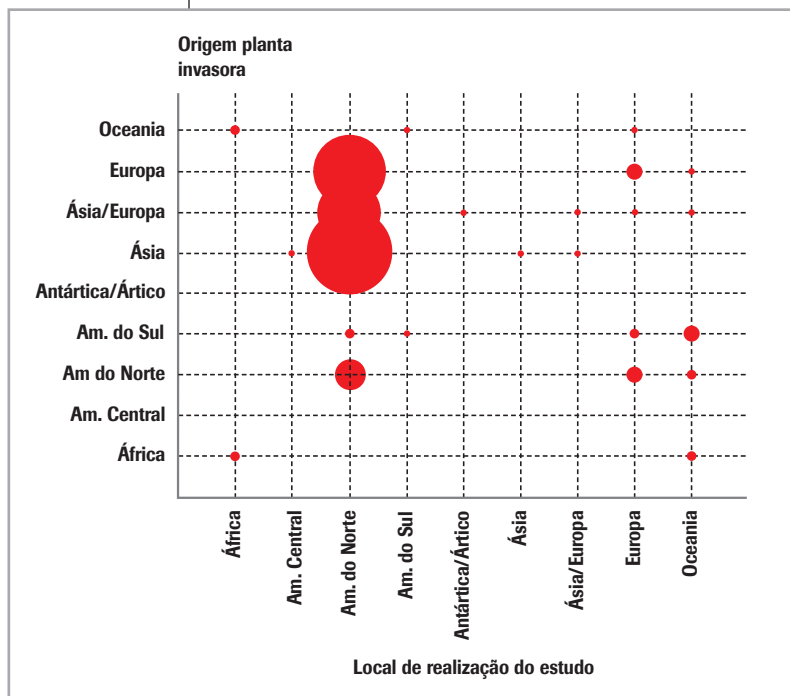
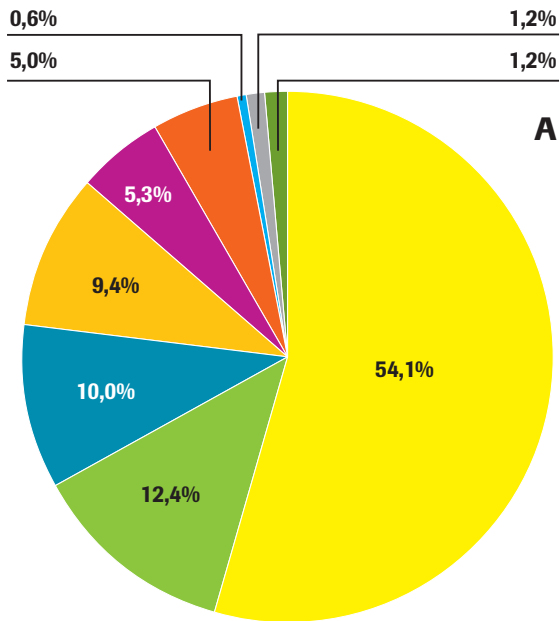
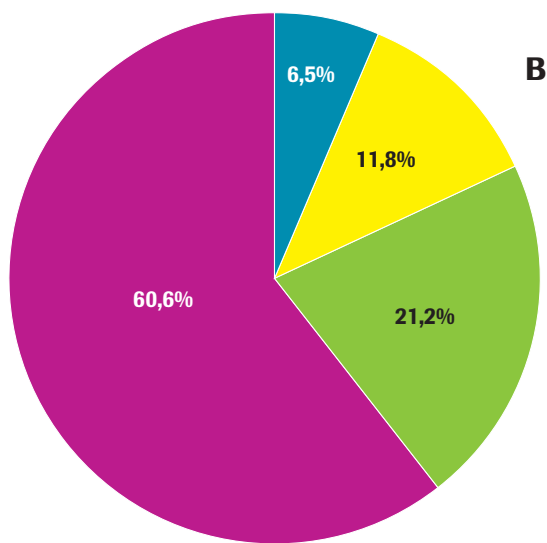


Figura 7. Relação entre o local de origem da planta invasora e o local de desenvolvimento do estudo. O tamanho da esfera é proporcional ao número de artigos em cada categoria.



- América do Norte
- Europa
- Oceania
- Dois ou mais
- África
- América do Sul
- América Central
- Regiões ártica e antártica
- Ásia



- Misto
- Experimental
- Tropical
- Não tropical

Figura 8. Estudos de caso publicados nas oito revistas consultadas, no período de 1995 a 2004, conforme o local de realização do estudo: A= continente; B= região biogeográfica (tropical/ não-tropical).

(11,8%) tratavam de experimentos realizados em laboratório ou estufas.

Apesar de apenas um trabalho desenvolvido no Brasil ter sido encontrado no material considerado, um recente banco de dados desenvolvido pelo Instituto Hórus (<http://www.institutohorus.org.br>) catalogou 105 espécies de plantas invasoras no Brasil. Acrescentando-se a essa base de dados outras informações, obtidas na Global Invasive Species Database (Invasive Species Specialist Group/IUCN; <http://www.issg.org>), o número sobe para 114 espécies. Diferentemente do que foi encontrado neste levantamento, as invasoras brasileiras eram, em sua maioria, arbóreas (47 espécies), seguidas das herbáceas (44 espécies, incluindo gramíneas e não-gramíneas), arbustivas (13 espécies) e trepadeiras (10 espécies).

A escassez de estudos em regiões tropicais ocorreu em todos os temas relacionados à invasão, desde diagnósticos e a caracterização de espécies invasoras e habitats invadidos, até a prevenção e o controle das invasões. Esses resultados mostram que o problema da invasão biológica por plantas terrestres em ambientes tropicais não está sendo suficientemente representado nas revistas consultadas e, portanto, esse tipo de ameaça à maior biodiversidade mundial está pouco divulgado nos veículos científicos internacionais. São várias as explicações possíveis. A maioria dos ambientes tropicais se encontra nos países em desenvolvimento, com poucos recursos destinados à pesquisa científica, resultando em poucos centros de pesquisa, poucos pesquisadores e, por fim, pouca informação. Segundo May (1998), apenas 12 países desenvolvidos do mundo são responsáveis por 80% de todo investimento em pesquisa e desenvolvimento, portanto, esse é um fator que certamente contribui para o desequilíbrio da produção científica entre países desenvolvidos e países em desenvolvimento.

Um exemplo da falta de dados nos trópicos pode ser dado por nosso próprio país. Na tentativa de englobar diversos tipos de habitats, com a intenção de detectar um padrão taxonômico de invasões biológicas por plantas, Pyšek (1998) analisou a flora exótica de 26

regiões em diferentes partes do mundo. A América do Sul foi representada apenas pelo Chile e Argentina, pois o Brasil – maior país do continente e com a maior riqueza vegetal – não foi pesquisado por não dispor de uma lista completa sobre espécies exóticas, um dos requisitos para o estudo. A informação é fundamental para possibilitar a previsão das invasões e a otimização dos esforços para o controle das invasoras (Mack, 1996; Goodwin et al., 1999).

Outra razão para a baixa representatividade dos países tropicais na pesquisa científica sobre invasões biológicas é o fato de, nesses países, a atenção para o problema ter sido despertada tardiamente. Se, nos Estados Unidos e na Europa, o desenvolvimento do tema ocorreu a partir da década de 1960 (após a obra de Charles Elton, em 1958), no Brasil, por exemplo, o assunto só começou a ser debatido cientificamente a partir de 1990. Até então, praticamente não se mencionava o problema. A primeira reunião científica brasileira para tratar especificamente desse assunto só veio a ocorrer em julho de 2005 (I Simpósio Brasileiro sobre Espécies Exóticas Invasoras, Brasília).

Por outro lado, os poucos artigos sobre plantas invasoras nos trópicos encontrados nesta pesquisa não significam necessariamente total escassez de estudos, mas sim, que tais estudos, quando ocorrem, não estão sendo formalizados em artigos publicados nas revistas analisadas. Apesar das oito revistas aqui pesquisadas estarem entre as mais importantes na área, certamente não esgotam os veículos de publicação internacional referentes ao tema. Por exemplo, dois artigos sobre gramíneas invasoras no Brasil foram publicados no período analisado, mas em outras revistas internacionais (Pivello et al., 1999a; 1999b). Há também estudos registrados apenas nas instituições de pesquisa ou em meios menos visíveis. Por essa razão, o banco de dados sobre espécies invasoras brasileiras, que está sendo criado pelo Instituto Hórus e Ministério do Meio Ambiente conta tanto com informação proveniente de artigos cien-

tíficos, como também de relatos mais informais de pesquisadores.

No entanto, uma vez que a produção científica em revistas internacionais de alto impacto e de grande circulação é um indicador importante dos principais resultados de pesquisa de um grupo, a pequena proporção de artigos sobre plantas invasoras nos trópicos indica a carência de projeção mundial sobre esse assunto, além de destacar a falta de uma massa de dados consistentes e organizados que permita o avanço na compreensão do fenômeno. Conseqüentemente, essas carências acarretam dificuldade para a proposição de estratégias efetivas voltadas à conservação da biodiversidade dos ambientes tropicais, uma vez que estratégias efetivas só se estabelecem embasadas em sólido conhecimento sobre o agente de degradação e sua relação com os locais impactados.

CONCLUSÃO

O tema “invasão biológica” entrou com destaque nas pesquisas científicas da última década. É grande a diversidade de assuntos que estão sendo tratados, porém, muitas vezes de forma não integrada, em que apenas a espécie invasora ou o ambiente invadido são isoladamente analisados, desconsiderando-se o histórico das regiões invadidas ou as rotas de introdução. Há, ainda, poucos artigos enfocando a prática da prevenção e do controle de espécies invasoras.

Embora o problema da invasão biológica por plantas terrestres em ambientes tropicais mereça atenção especial – principalmente pela ameaça que oferece à maior parcela da biodiversidade mundial, que se encontra justamente nos trópicos –, ele não está sendo amplamente divulgado em revistas científicas de grande impacto, que constituem importante indicador e disseminador da pesquisa.

Ainda há muito a ser respondido sobre as

causas, conseqüências e controle de invasões biológicas (Vermeij, 1996). Entretanto, no caso de ecossistemas em ambientes temperados, a corrida por essas respostas já se iniciou há muito tempo e gerou ampla produção científica. Os ambientes tropicais invadidos ainda aguardam a atenção mundial.



AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem à *The Nature Conservancy* (TNC) e ao Conselho de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bryson, C. T. & Carter, R. 2004. Biology of pathways for invasive weeds. *Weed Technology* 18: 1216-1220.

Byers, J. E. 2002. Impact of non-indigenous species on natives enhanced by anthropogenic alteration of selection regimes. *Oikos* 97: 449-458.

Cox, C. B. 2001. The biogeographic regions reconsidered. *Journal of Biogeography* 28: 511-523.

Crooks, J. A. 2002. Characterizing ecosystem-level consequences of biological invasions: the role of ecosystem engineers. *Oikos* 97: 153-166.

D'Antonio, C. M. & Kark, S. 2002. Impacts and extent of biotic invasions in terrestrial ecosystems. *Trends in Ecology & Evolution* 17: 202-204.

Darwin, C. 1859. *The origin of species*. Penguin Books, London.

Dukes, J. S. & Mooney, H. A. 1999. Does global change increase the success of biological invaders? *Trends in Ecology & Evolution* 14: 135-139.

Elton, C.S. 1958. *The ecology of invasion by animals and plants*. Methuen, London.

Everett, R.A. 2000. Patterns and pathways of biological invasions. *Trends in Ecology & Evolution* 15: 177-178

FAO 2005. *State of the world's forests*. Publishing Management Service. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Fine, P. V. A. 2002. The invasibility of tropical forests by exotic plants. *Journal of Tropical Ecology* 18: 687-705.

Garcia-Ramos, G. & Rodriguez, D. 2002. Evolutionary speed of species invasions. *Evolution* 56: 661-668.

Goodwin, B. J.; MacCallister, A. J. & Fahrig, L. 1999. Predicting invasiveness of plant species based on biological information. *Conservation Biology* 13: 422-426.

Hanfling B. & Kollmann J. 2002. An evolutionary perspective of biological invasions. *Trends in Ecology & Evolution* 17: 545-546.

Hierro, J. L.; Maron, J. L. & Callaway, R. M. 2005. A biogeographical approach to plant invasions: the importance of studying exotics in their introduced and native range. *Journal of Ecology* 93: 5-15.

Jenkins, M. 2003. Prospects for biodiversity. *Science* 302: 1175-1177.

Kennedy, T. A.; Naeem, S.; Howe, K. M.; Knops, J. M. H.; Tilman, D. & Reich, P. 2002. Biodiversity as a barrier to ecological invasion. *Nature* 417: 636-638.

Kolar, C. S. & Lodge, D. M. 2001. Progress in invasion biology: predicting invaders. *Trends in Ecology & Evolution* 16: 199-204.

Kriticos, D. J.; Sutherst, R. W.; Brown, J. R.; Adkins, S. W. & Maywald, G. F. 2003. Climate change and biotic invasions: a case history of

- a tropical woody vine. *Biological Invasions* 5: 147-165.
- Levine, J. M.; Vilá, M.; D'Antonio, C. M.; Dukes, J. S.; Grigulis, K. & Lavorel, S. 2003. Mechanisms underlying the impacts of exotic plant invasions. *Proceedings of the Royal Society of London* 270: 775-781.
- Liu, H. & Stiling, P. 2006. Testing the enemy release hypothesis: a review and meta-analysis. *Biological Invasions* 8: 15535-1545.
- Mack, R. N. 1996. Predicting the identity and fate of plant invaders: Emergent and emerging approaches. *Biological Conservation* 78: 107-121.
- Mack, R. N. 2000. Cultivation Fosters Plant Naturalization by Reducing Environmental Stochasticity. *Biological Invasions* 2: 111-122.
- Mack, M. C. & D'Antonio, C. M. 1998. Impacts of biological invasions on disturbance regimes. *Trends in Ecology & Evolution* 13: 195-198.
- May, R. M. 1998. The scientific investments of nations. *Science* 281: 49-51.
- McNeely, J. A.; Mooney, H. A.; Neville, L. E.; Schei, P. J. & Waage, J.K. (eds.) 2001. *Global strategy on Invasive alien species*. IUCN/ GISP, Gland.
- Mittermeier R. A.; Gil, P. R.; Hoffman, M.; Pilgrim, J; Brooks, T.; Mittermeier, C. G.; Lamoureux, J. & Fonseca, G. B. A. 2004. *Hotspots revisited: Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions*. Cemex, México City.
- Novacek, M.. J. & Cleland, E. E. 2001. The current biodiversity extinction event: scenarios for mitigation and recovery. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 98: 5466-5470.
- 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. 1999. Impact: toward a framework for understanding the effects of invaders. *Biological Invasions* 1: 3-19.
- Parker, J. D.; Burkepile, D. E. & Hay, M. E. 2006. Opposing effects of native and exotic herbivores on plant invasions. *Science* 311: 1459-1461.
- Pivello, V. R.; Carvalho, V. M. C.; Lopes, P. F.; Peccinini, A. A. & Rosso, S. 1999a. Abundance and distribution of native and invasive alien grasses in a "cerrado" (Brazilian savanna) biological reserve. *Biotropica* 31: 71-82.
- Pivello, V. R.; Shida, C. N. & Meirelles, S. T. 1999b. Alien grasses in Brazilian savannas: a threat to the biodiversity. *Biodiversity and Conservation* 8: 1281-1294.
- Prieur-Richard, A. H. & Lavorel, S. 2000. Invasions: the perspective of diverse plant communities. *Austral Ecology* 25: 1-7.
- Puth, L. M. & Post, D. M. 2005. Studying invasion: have we missed the boat? *Ecology Letters* 8: 715-721.
- Pyšek, P. 1998. Is there a taxonomic pattern to plant invasions? *Oikos* 82: 282-294.
- Rejmánek, M.; Richardson, D.M.; Higgins, S. I.; Pitcairn, M. J. & Grotkopp, E. 2005. Ecology of invasive plants: state of the art. In: Mooney, H.A.; Mack, R. N.; McNeely, J. A.; Neville, L. E.; Schei, P. J. & Waage, J.K. (eds.) *Invasive alien species: a new synthesis*. Pp. 104-161. Washington: Island Press.
- Rejmánek M. & Richardson D.M. 1996. What attributes make some plant species more invasive? *Ecology* 77: 1655-1661
- Rodríguez, J. P. 2001. Exotic species introductions into South America: an underestimated threat? *Biodiversity and Conservation* 10: 1983-1996.
- Sheil, D. 2001. Conservation and biodiversity monitoring in the tropics: realities, priorities,

and distractions. *Conservation Biology* 15: 1179-1182.

Turner, I. M. 1996. Species loss in fragments of tropical rain forest: a review of the evidence. *Journal of Applied Ecology* 33: 200-209.

Usher, M. B. 1991. Biological invasions into tropical nature reserves. In: Ramakrishnan, P. S (ed.) *Ecology of biological invasions in the tropics*. Pp. 21-34. International Scientific Publications, Nova Delhi.

Vermeij, G. J. 1996. An agenda for invasion biology. *Biological Conservation* 78: 3-9.

Vilá M. & Weiner J. 2004. Are invasive plant species better competitors than native plant species? - evidence from pair-wise experiments. *Oikos* 105: 229-238.

Vivanco, J.M. Bais H.P., Stermitz F.R., Thelen G.C. & Callaway R.M. 2004. Biogeographical variation in community response to root allelochemistry: novel weapons and exotic invasion. *Ecology Letters* 7: 285-292.

Walker, L. R. & Smith, S. D. 1997. Impacts of invasive plants on community and ecosystem properties. In: Luken, J. O. & Thieret, J. W. (eds.) *Assessment and management of plant invasions*. Pp. 69-86. Springer-Verlag, New York.

Wallace, A.R. 1876. *The geographical distribution of animals*. Macmillan, London.

Williamson M.H. & Fitter A. 1996a. The characters of successful invaders. *Biological Conservation* 78: 163-170.

Williamson M.H. & Fitter A. 1996b. The varying success of invaders. *Ecology* 77: 1661-1666.

Wittenberg, R. & Cock, M. J. W. (eds.) 2001. *Invasive Alien Species: A toolkit of Best Prevention and Management Practices*. CAB International, Wallingford.

Zalba, S. M.; Sonaglioni, M. I.; Compagnoni, C. A. & Belenguer, C. J. 2000. Using a hábitat

model to assess the risk of invasion by an exotic plant. *Biological Conservation* 93: 203-208.

Ziller, S. R. 2006. Unidades de Conservação: Ações para valorização da biodiversidade. Instituto Ambiental do Paraná, Curitiba