



CAPÍTULO 10

PLANTAS EXÓTICAS E INVASORAS DAS
CAATINGAS DO RIO SÃO FRANCISCO

Autores: JULIANO RICARDO FABRICANTE¹;
JOSÉ ALVES DE SIQUEIRA FILHO¹



INTRODUÇÃO

Página 366

Calotropis procera, além de rápido estabelecimento nas áreas recém-formadas pela obra, apresenta maturação precoce de plantas estabelecidas e produz o ano todo frutos e sementes que são espalhados pelo vento

Página 367

Leucaena leucocephala

De acordo com a Convenção sobre Diversidade Biológica (CBD, 2005), espécie exótica refere-se a todo táxon que se encontra fora de sua área de distribuição geográfica natural. Espécie exótica invasora é definida como aquela que, em uma área diferente da de sua origem, ameaça ecossistemas, habitats ou outras espécies.

A Resolução Conabio nº 5 de 21 de outubro de 2009, que dispõe sobre a estratégia nacional para espécies exóticas invasoras, define como espécie exótica ou alóctone, a espécie ou táxon inferior e híbrido interespecífico introduzido fora de sua área de distribuição natural, passada ou presente, incluindo indivíduos em qualquer fase de desenvolvimento ou parte destes que possa levar à reprodução. Também define espécie exótica invasora ou alóctone invasora como a espécie exótica cuja introdução, reintrodução ou dispersão representa risco ou impacta negativamente a sociedade, a economia ou o ambiente (MMA, 2009).

Em ambas as definições, a diferença entre espécie exótica e espécie exótica invasora reside na capacidade que determinadas espécies exóticas têm de expandir suas populações e causar alterações no novo ambiente onde foram introduzidas. Contudo, essa definição gera problemas operacionais devido a sua subjetividade, visto que não estabelece o nível, grau, quantidade ou qualidade dos impactos que uma espécie precisa provocar para que seja considerada invasora.

É notório que toda e qualquer espécie adicionada a um ecossistema o modificará em maior ou menor proporção. A simples presença de um aglomerado de indivíduos pode alterar localmente a riqueza, equidade e diversidade de espécies, a disponibilidade de recursos e o fluxo de energia, entre outros elementos biofísicos do meio. Em vista disso, diferentes autores têm adotado o critério biogeográfico, de crescimento da população e dispersão, sem considerar explicitamente o critério de impacto para definir uma espécie exótica invasora (Vermeij, 1996; Rejmánek, 1999; Richardson, 2001; Pysek *et al.*, 2004).

A IMPORTÂNCIA DO TEMA

As invasões biológicas constituem uma das maiores ameaças à biodiversidade do planeta (Williamson, 1996; Meffe & Carroll, 1997; Zenni & Ziller, 2011). Os efeitos desse fenômeno só não são mais graves do que a destruição de habitats causada pela exploração antrópica (Ziller, 2001). Contudo, diferentemente de outros

problemas ambientais que podem se atenuar com o tempo, as invasões biológicas tendem a se agravar cada vez mais (Westbrooks, 1998; Andrade *et al.*, 2010).

Segundo Parker *et al.* (1999), as bioinvasões podem causar impactos em diversos níveis, incluindo efeitos sobre indivíduos (morfologia, comportamento, crescimento e mortalidade); efeitos genéticos (alteração de padrões de fluxo gênico, hibridação); efeitos sobre a dinâmica de populações (abundância, crescimento populacional, extinção), de comunidades (riqueza, diversidade, estrutura trófica) e de processos do ecossistema (disponibilidade de nutrientes, produtividade e regime de perturbações). Dessa forma, as invasões biológicas interferem na agricultura, na pecuária, na saúde do homem e nos ambientes naturais, provocando sérios danos socioeconômicos.

Apesar da ausência de números oficiais para a maioria dos países que sofrem com as invasões biológicas, estima-se que, no mundo, as perdas com as bioinvasões girem em torno de 1,4 trilhões de dólares anuais, o que representa cerca de 5% da economia global (SMA, 2010). No Brasil, alcançariam 42,6 bilhões de dólares (Pimentel *et al.*, 2001). É importante destacar que, nesse valor, não estão computados prejuízos para a saúde ou outros setores da sociedade e, principalmente, as alterações e perdas nos ambientes naturais.

Abaixo

A construção dos canais do PISF facilita o estabelecimento de espécies exóticas invasoras a exemplo de *Prosopis juliflora* (centro) e *Nicotiana glauca* (à esquerda)



¹ Centro de Referência para Recuperação de Áreas Degradadas da Caatinga, Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, Pernambuco.

Diversos cientistas são enfáticos ao afirmar que a translocação de organismos vivos deve ser uma das últimas opções, e não a primeira, para se resolver problemas econômicos e ou conservacionistas (Magnusson, 2006; Zalba & Ziller, 2007). Ainda assim, muitas pessoas mal esclarecidas acreditam no potencial desses organismos como fonte de renda ou remediador de problemas ambientais-ecológicos (GISP, 2005). A experiência acumulada nos últimos anos demonstra que a estratégia mais eficiente e economicamente viável para enfrentar o problema das invasões biológicas é evitar novas introduções (Magnusson, 2006; Zalba & Ziller, 2007).

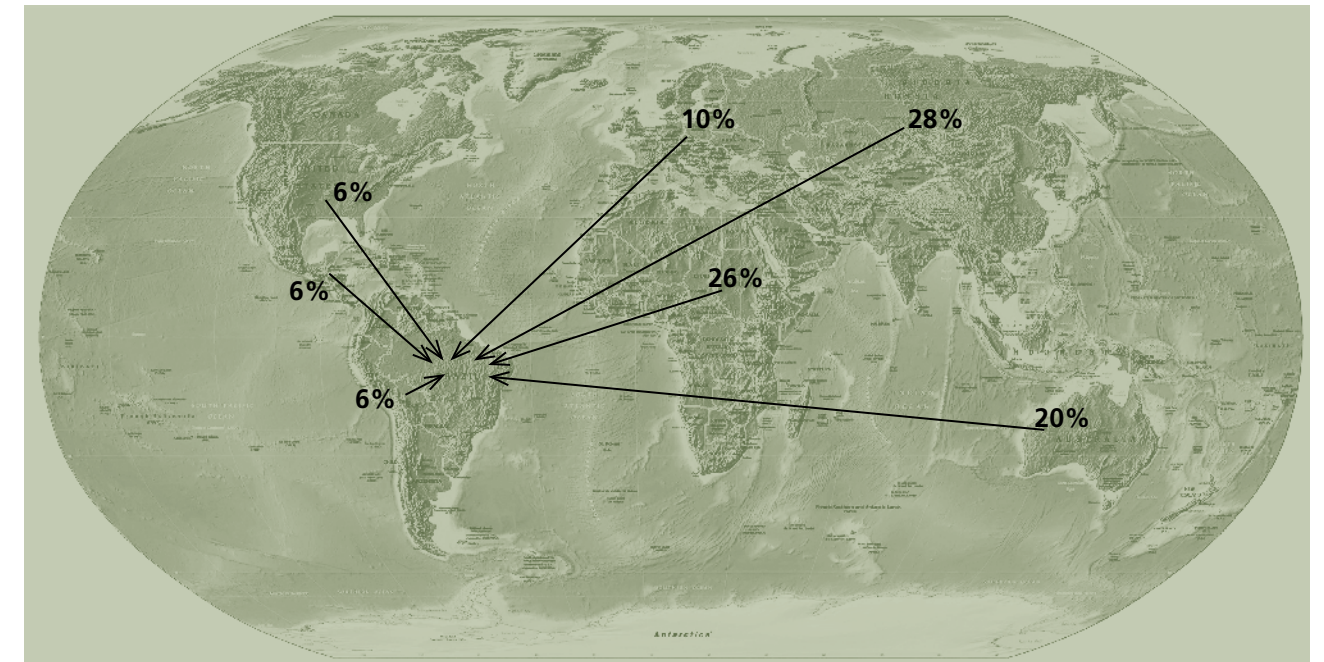
INVASÃO BIOLÓGICA E O BRASIL

Hoje, ainda é incipiente o conhecimento sobre a problemática da invasão biológica nas Américas. Com vistas nisso e pela importância do tema, foi formada a Rede Inter-Americana de Informação sobre Biodiversidade (Iabin), que reúne 18 países signatários, sendo eles: Argentina, Bahamas, Bolívia, Brasil, Chile, Colômbia, Costa Rica, República Dominicana, Equador, El Salvador, Estados Unidos, Guatemala, Jamaica, México, Panamá, Paraguai, Peru e Uruguai (Iabin, 2009). Porém, até o momento, apenas oito deles organizaram uma base de dados *online* que disponibilize uma lista de suas espécies exóticas invasoras; dentre os quais está o Brasil (I3N, 2011a).

Outra ação importante foi a criação do primeiro documento federativo direcionado para o tema. Em 21 de outubro de 2009, a Comissão Nacional de Biodiversidade (Conabio) publicou a Resolução nº 5, que dispõe sobre a Estratégia Nacional sobre Espécies Exóticas Invasoras.

O objetivo da Resolução foi “prevenir e mitigar os impactos negativos de espécies exóticas invasoras sobre a população humana, os setores produtivos, o meio ambiente e a biodiversidade, por meio do planejamento e execução de ações de prevenção, erradicação, contenção ou controle de espécies exóticas invasoras com a articulação entre os órgãos dos Governos Federal, Estadual e Municipal e a sociedade civil, incluindo a cooperação internacional”.

O documento da Conabio inclui considerações sobre o assunto, definições de termos empregados, diretrizes e estratégias para a implementação de metas. Trata-se de um importante instrumento para a orientação das diferentes esferas do governo na abordagem das questões relativas às espécies exóticas invasoras; um importante marco para mudanças no cenário atual.



STATUS DO CONHECIMENTO SOBRE ESPÉCIES INVASORAS VEGETAIS NO BRASIL

No país, são conhecidas mais de 100 espécies vegetais invasoras de ecossistemas naturais (I3N, 2011b; Zenni & Ziller, 2011), e outras centenas que infestam e causam graves danos e prejuízos aos sistemas agrícolas (Aranha *et al.*, 1982; Bacchi *et al.*, 1982; Bacchi *et al.*, 1984; Lorenzi, 1991; Kissmann, 1997; Kissmann & Groth, 1997). Destaca-se que a maioria dessas espécies exóticas invasoras é proveniente da Ásia, África e Oceania. Contudo, são as espécies das Américas as mais problemáticas para os ambientes naturais e, como exemplo, tem-se os táxons de *Pinus*, que vêm causando sérios impactos no eixo Sul-Sudeste do país (Ziller & Galvão, 2001; Liesenfeld & Pellegrim, 2004; Zanchetta & Diniz, 2006; Zanchetta & Pinheiro, 2007; Almeida *et al.*, 2010), e de *Prosopis juliflora* (Sw.) DC., no Nordeste semiárido (Pegado *et al.*, 2006; Andrade *et al.*, 2008; Andrade *et al.*, 2009; Andrade *et al.*, 2010; Fabricante *et al.*, 2010).

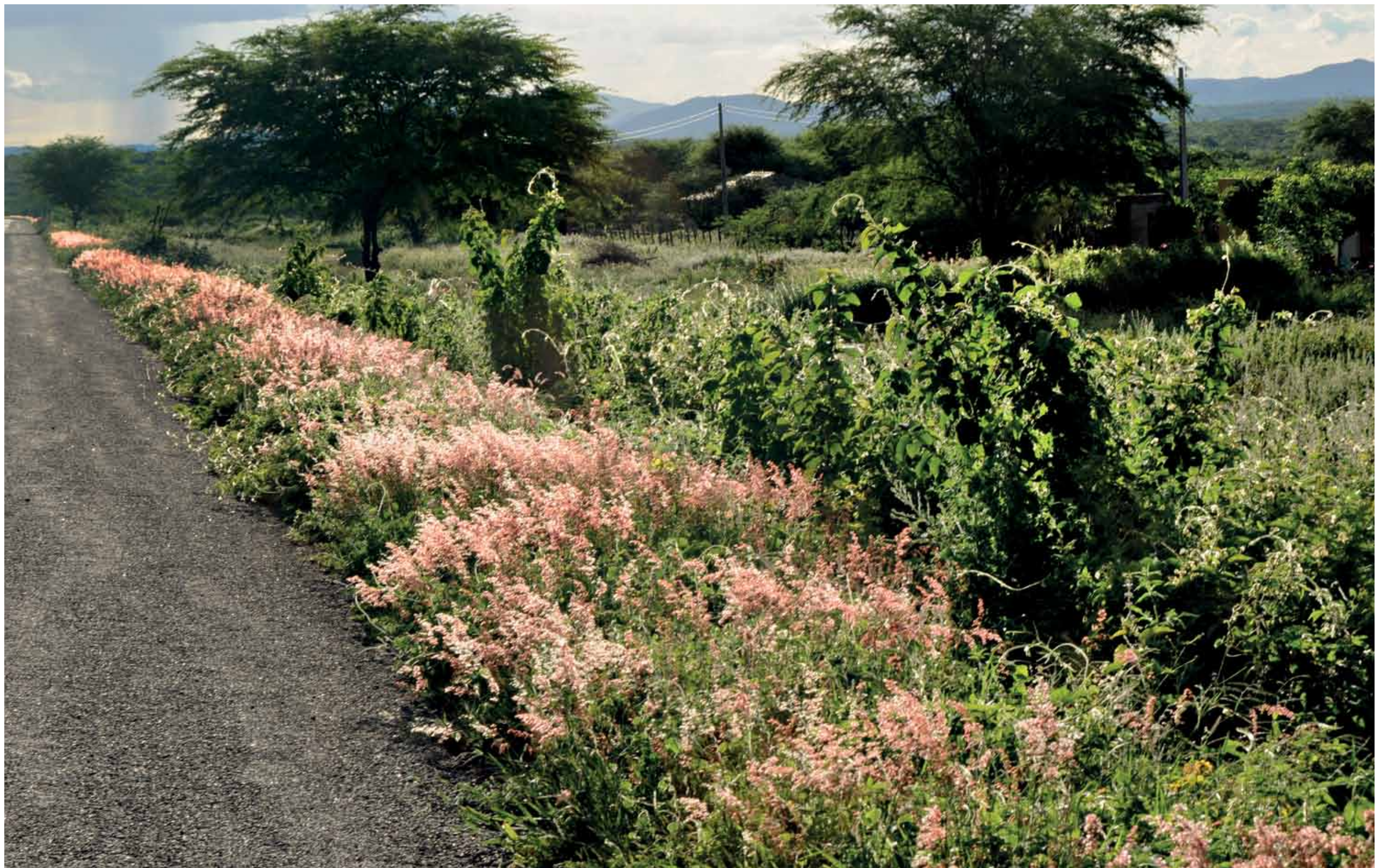
A despeito do notório ônus que acarretam as invasões biológicas, ainda são escassas as informações sobre os reais impactos das espécies exóticas invasoras sobre a biodiversidade e o ambiente físico. Até mesmo questões simples ainda não foram respondidas: Qual a área de distribuição geográfica das principais invasoras no Brasil? Qual a susceptibilidade à invasão de cada ecossistema brasileiro pelas espécies já reconhecidas como problemáticas em outras regiões do globo com características bio-

Acima

Frequência aproximada por continente das principais espécies invasoras de ecossistemas naturais brasileiros. Informações adaptadas do banco de dados do I3N (2011b)

Próxima dupla de páginas

Melinis repens, espécie citada pela primeira vez como exótica invasora na Caatinga, forma densos agrupamentos floridos nas margens da BR232, em Serra Talhada, Pernambuco. Algarobeiras (*Prosopis juliflora*) em segundo plano



Página à direita

Nicotiana glauca, citada pela primeira vez como exótica invasora para o Brasil. A espécie avança rapidamente nos eixos dos canais do PISF, como no Lote 11, município de Custódia, Pernambuco

físicas semelhantes? Pior, ainda não há listas de espécies exóticas invasoras bem consolidadas, elaboradas a partir de bases científicas, a exemplo do que se realizou em países como Austrália, Estados Unidos, Portugal e Espanha.

Em vista das lacunas de conhecimento, trabalhos como este adquirem importância para a construção destas listas mais consistentes para os estados e para o país. Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo inventariar as espécies exóticas ocorrentes nas áreas de influência do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional (Pisf) e inferir sobre aquelas com comportamento invasor.

SITUAÇÃO DAS ESPÉCIES EXÓTICAS E INVASORAS DAS ÁREAS DO PISF

Metodologia

A lista de espécies apresentada neste capítulo foi gerada a partir dos resultados do inventário florístico realizado no período de julho de 2008 a janeiro de 2012 no âmbito do Pisf (vide capítulo 13). Nela estão contidas as espécies exóticas cuja classificação foi baseada na ocorrência de espécies subespontâneas (exóticas) da *Lista de Espécies da Flora do Brasil* (2012), exceto para os táxons com padrão de distribuição insuficientemente conhecidos ou polêmicos, classificados mediante consulta aos especialistas responsáveis pelas famílias neste livro (vide capítulo 13).

Já a categorização dessas espécies como exóticas invasoras foi estabelecida por meio de observações feitas em campo, levando-se em consideração a experiência dos autores. No presente estudo, foi considerada invasora a espécie exótica, de origem accidental ou intencional, capaz de expandir naturalmente suas populações nas áreas de influência do Pisf, formando populações visualmente adensadas e monodominantes.

A classificação taxonômica foi elaborada de acordo o sistema APG III (2009). O nome dos autores das espécies foi apresentado segundo a *Lista de Espécies da Flora do Brasil* (2012). Para ilustrar a distribuição espacial das exóticas e exóticas invasoras nos Eixos Norte e Leste do Pisf foi elaborado um mapa utilizando os pontos de georreferenciamento das coletas realizadas. O software utilizado foi ArcGIS 9.3.1© (ESRI, 2009).



Cenchrus ciliaris se estabelece em áreas de Caatinga conservadas. Esse fato corrobora com a ideia de que as espécies exóticas invasoras podem, sim, substituir espécies autóctones e provocar efeitos negativos importantes sobre a biota

Resultados e discussão

Foram identificadas 62 espécies, distribuídas em 45 gêneros e 19 famílias. Seis táxons, ou seja, 9,7% do total foram considerados como exóticas invasoras (tabela 1). Três espécies foram assinaladas pela primeira vez para o Brasil (vide capítulo 13): *Azolla pinnata* R. Br., *Physalis pruinosa* L. e *Enneapogon cenchroides* (Roem. & Schult.) C.E. Hubb.

As famílias com maior número de espécies foram Poaceae, com 24 táxons (38,7%), Solanaceae com seis (9,7%), Fabaceae com cinco (8,1%), Convolvulaceae com quatro (6,7%) e Amaranthaceae e Lamiaceae com três cada uma (5%). Annonaceae, Apocynaceae, Asteraceae, Cactaceae e Nyctaginaceae apresentaram duas espécies (3,2%). Já as outras famílias apresentaram apenas um táxon (1,6%). As famílias mais expressivas foram semelhantes às apresentadas por Sanz-Elorza *et al.* (2010) em seu estudo sobre plantas exóticas realizado em seis zonas áridas da Europa, África e América.

Três espécies [*Melinis repens* (Willd.) Zizka, *Nicotiana glauca* Graham e *Prosopis pallida* (Humb. & Bonpland ex Willd.) Kunth.] consideradas invasoras na área de estudo não foram citadas pelo *Dossiê Pernambuco* (Cepan, 2009) como ocorrendo no estado, e tampouco constam do *Livro de Espécies Exóticas Invasoras no Nordeste do Brasil* (Leão *et al.*, 2011) ou estão presentes no banco de dados do Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental, como espécies exóticas invasoras na caatinga (I3N, 2011b).

Nesse contexto, destaca-se *N. glauca*, nativa do Norte da Argentina e Bolívia, e amplamente distribuída nas áreas quentes e secas da América tropical (Nee, 1986). É reconhecida como uma importante espécie exótica invasora na Espanha (Sanz-Elorza *et al.*, 2004), Austrália (Florentine & Westbrooke, 2005) e Namíbia (Shapaka *et al.*, 2008), e pode ser encontrada crescendo espontaneamente em zonas áridas das Américas, África e Europa (Sanz-Elorza *et al.*, 2010). Na área de estudo, *N. glauca* pode ser observada formando adensados monodominantes que variam de centenas a milhares de indivíduos, sendo capaz de se estabelecer nos mais variados ambientes, principalmente naqueles mais perturbados, como os taludes, as áreas com autorização de supressão de vegetação da obra (ASV) e as bordas dos fragmentos de Caatinga.

Os autores Parker & Reichard (1997) listaram vários estudos em que se verificou estreita relação entre a quantidade de espécies exóticas invasoras e o grau de distúrbios na comunidade invadida. Somadas a esse fato, a baixa riqueza e biodiversidade têm sido apontadas como facilitadoras para o estabelecimento de processos de bioinvasão (Vermeij, 1996; Tillman, 1997; Simberloff & Von Holle, 1999; Pujadas, 2001; Woitke & Dietz, 2002).

Outra espécie, *Calotropis procera* (Aiton) W.T. Aiton, merece atenção por sua ampla distribuição (Zenni & Ziller, 2011) e grande amplitude de



Tabela 1
 Lista de espécies exóticas (E) e exóticas invasoras (I) gerada a partir dos resultados do inventário florístico realizado de 2008 a 2012 no âmbito do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional (PISF).

FAMÍLIA/ESPÉCIE	SITUAÇÃO
AGAVACEAE	
<i>Agave sisalana</i> Perrine ex Engelm.	E
AMARANTHACEAE	
<i>Amaranthus viridis</i> L.	E
<i>Amaranthus blitum</i> L.	E
<i>Amaranthus spinosus</i> L.	E
ANNONACEAE	
<i>Annona reticulata</i> L.	E
<i>Annona squamosa</i> L.	E
APOCYNACEAE	
<i>Calotropis procera</i> (Aiton) W.T. Aiton	I
<i>Cryptostegia grandiflora</i> R. Br.	E
ASTERACEAE	
<i>Artemisia vulgaris</i> L.	E
<i>Bidens pilosa</i> L.	E
CACTACEAE	
<i>Opuntia dillenii</i> (Ker Gawl.) Haw.	E
<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.	E
CONVOLVULACEAE	
<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.	E
<i>Ipomoea triloba</i> L.	E
<i>Ipomoea wrightii</i> A. Gray	E
<i>Jacquemontia tamnifolia</i> (L.) Griseb.	E
CUCURBITACEAE	
<i>Mormodica charantia</i> L.	E
EUPHORBIACEAE	
<i>Ricinus communis</i> L.	E
FABACEAE	
<i>Clitoria ternatea</i> L.	E
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	E
<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	I
<i>Prosopis pallida</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Kunth	I
<i>Tamarindus indica</i> L.	E
LAMIACEAE	
<i>Leonotis nepetifolia</i> (L.) R. Br.	E
<i>Leucas martinicensis</i> (Jacq.) R. Br.	E
MELIACEAE	
<i>Azadirachta indica</i> A. Juss.	E
NYCTAGINACEAE	
<i>Boerhavia diffusa</i> L.	E
<i>Mirabilis jalapa</i> L.	E

FAMÍLIA/ESPÉCIE	SITUAÇÃO
PAPAVERACEAE	
<i>Argemone mexicana</i> L.	E
PHYTOLACCACEAE	
<i>Petiveria alliacea</i> L.	E
POACEAE	
<i>Andropogon gayanus</i> Kunth	E
<i>Aristida adscensionis</i> L.	E
<i>Cenchrus ciliaris</i> L.	I
<i>Cenchrus echinatus</i> L.	E
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	E
<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	E
<i>Digitaria ciliaris</i> (Retz.) Koeler	E
<i>Digitaria insularis</i> (L.) Fedde	E
<i>Digitaria nuda</i> Schumach.	E
<i>Echinochloa colona</i> (L.) Link	E
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	E
<i>Enneapogon cechroides</i> (Roem. & Schult.) C. E. Hubb.	E
<i>Eragrotis cilianensis</i> (All.) Vignolo ex Janch.	E
<i>Eragrostis pilosa</i> (L.) P. Beauv.	E
<i>Eragrostis tenella</i> (L.) P. Beauv. ex Roem. & Schult.	E
<i>Megathyrsus maximus</i> (Jacq.) B. K. Simon & S. W. L. Jacobs	E
<i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka	I
<i>Oryza sativa</i> L.	E
<i>Pennisetum polystachion</i> (L.) Schult.	E
<i>Setaria parviflora</i> (Poir.) Kerguélen	E
<i>Urochloa arrecta</i> (Hack. ex T. Durand & Schinz) Morrone & Zuloaga	E
<i>Urochloa decumbens</i> (Stapf) R. D. Webster	E
<i>Urochloa fusca</i> (Sw.) B. F. Hansen & Wuderlin	E
<i>Urochloa mosambicensis</i> (Hack.) Dandy	E
SALVINIACEAE	
<i>Azolla pinnata</i> R. Br.	E
SOLANACEAE	
<i>Datura inoxia</i> Mill.	E
<i>Datura metel</i> L.	E
<i>Nicotiana glauca</i> (L.) Grah.	I
<i>Nicotiana tabacum</i> L.	E
<i>Physalis angulata</i> L.	E
<i>Physalis pruinosa</i> L.	E
SPHENOCLEACEAE	
<i>Sphenoclea zeylanica</i> Gaertn.	E



tolerância a fatores edafoclimáticos. Conforme Oliveira *et al.* (2009), ela é bastante resistente às secas, mas também se desenvolve em ambientes mais úmidos, e é capaz de se estabelecer em diferentes tipos de solos. De acordo com o *speciesLink* (CRIA, 2011), esse táxon possui registros de ocorrência em vários estados da federação. Originária de regiões áridas e semiáridas da Ásia e África (Lindley, 1985), hoje, a espécie se distribui amplamente pelos domínios do Cerrado e da Caatinga e, segundo a análise de risco para plantas invasoras do Instituto Hórus (I3N, 2011b), apresenta status de “risco alto”.

Nas áreas do Pisf, *C. procera* ocorre simpatricamente com *N. glauca*, invadindo os mesmos ambientes. Estudos preliminares desenvolvidos *in loco* indicam que as espécies apresentam atributos que refletem negativamente sobre os ambientes invadidos (J.R. Fabricante, dados não publicados).

Outros dois táxons se sobressaem na área de estudo: *Genchrus ciliaris* e *M. repens*. Diferentemente das demais espécies, que são oportunistas e invadem principalmente locais perturbados, *C. ciliaris* e *M. repens* (especialmente) também podem ser observadas ocorrendo em meio à Caatinga bem conservada, aproveitando sítios específicos, a exemplo daqueles que apresentam solos muito rasos e fendas e depressões em afloramentos rochosos.

Página à esquerda

Prosopis pallida é muitas vezes confundida com *Prosopis juliflora*, pela semelhança morfológica e similaridade de habitats ocupados

Abaixo

Datura inoxia ocorre como subespontânea nas áreas do PISF, ainda não venceu as barreiras ambientais para assumir um papel invasor



Página à direita

Argemone mexicana, originária da América Central, hoje está amplamente distribuída em diversas regiões secas do globo. Nas áreas do PISF, a espécie vem se tornando cada vez mais comum

Uma das espécies exóticas invasoras nas áreas do Pisf já é uma notória ameaça à biodiversidade da Caatinga: *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. (Pegado *et al.*, 2006; Andrade *et al.*, 2008; Andrade *et al.*, 2009; Andrade *et al.*, 2010; Fabricante *et al.*, 2010). É muito agressiva, se dispersa com grande facilidade em ambientes antropizados e é capaz de interferir na resiliência dos ecossistemas que invade (Andrade *et al.*, 2010). Segundo Fabricante *et al.* (2010), a diferença no número de espécies nativas entre áreas com e sem *P. juliflora* chega a 90%, e a redução na abundância de indivíduos nativos nos sítios invadidos é superior a 80%. Estima-se que, atualmente, a extensão da área invadida pela espécie gire em torno de um milhão de hectares (Andrade *et al.*, 2010). Nas áreas do Pisf, *P. juliflora* é bastante comum, surgindo principalmente em sítios onde deveriam ocorrer as matas ciliares, em manchas de neossolos flúvicos e nas baixadas sedimentares.

Outra espécie de *Prosopis* L. foi encontrada nas áreas de estudo: *P. pallida*. Essa constatação sugere que o Nordeste semiárido pode estar sendo invadido por mais de uma espécie desse gênero. A diferenciação entre os dois táxons apresentados neste capítulo é morfologicamente muito sutil, o que pode ter levado a uma generalização da identificação das espécies como *P. juliflora*. A descrição de ambas, assim como informações detalhadas de como diferenciar *P. juliflora* e *P. pallida*, podem ser obtidas nos estudos de Pasiecznik *et al.* (2001), Harris *et al.* (2003), Pasiecznik *et al.* (2004), Landeras *et al.* (2006) e Gallaher & Merlin (2010).

Segundo Pasiecznik *et al.* (2001), a maioria das espécies de *Prosopis* pode sobreviver em áreas com baixa pluviosidade e períodos secos prolongados, o que facilita seu estabelecimento e sua disseminação em regiões como a estudada. Várias espécies de *Prosopis* são consideradas extremamente agressivas e outras de fato invasoras (NAS, 1980). É relevante lembrar que, na década de 1980, a Embrapa Semiárido realizou experimentos com outras espécies de *Prosopis* (Lima, 2005) e, dada a alta capacidade de adaptação e dispersão desses táxons, é provável a existência de outras espécies na região.

Um caso particular deve ser considerado com bastante cuidado: as divergências entre autores quanto à origem de *Parkinsonia aculeata* L. Para Martius *et al.* (1870), Rizzini (1963) e Lorenzi (2008), a espécie ocorre naturalmente no País. No entanto, a mesma figura como subespontânea na *Lista de Espécies da Flora do Brasil* (2012).

Algumas informações apresentadas em uma compilação de estudos feita por Fabricante & Feitosa (2010), indicam que é provável que *P. aculeata* ocorra naturalmente em parte significativa das Américas Central e Sul, incluindo o Brasil em duas regiões distintas: Nordeste Subúmido e Semiárido e o extremo Sul do Rio Grande do Sul. Os autores, contudo, argumentam que existem diferenças no comportamento das populações





de *P. aculeata* frente às demais espécies da Caatinga. Nessas formações vegetacionais, *P. aculeata* se estabelece em ambientes sazonalmente alagados, e apresenta características semelhantes às que exibe em outras regiões do globo, em que ela vem causando sérios problemas econômicos e ambientais (Fabricante *et al.*, 2009).

A macrófita aquática *A. pinnata* é originária da Ásia e África (Hasan & Chakrabarti, 2009) e foi encontrada na calha principal do Rio São Francisco, no município de Cabrobó (PE), em uma área considerada de extrema importância para a conservação da biodiversidade (MMA, 2007). Sua introdução pode ter sido acidental a partir de técnicas de piscicultura na década de 1970 pela antiga Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (Codevasf), porém, só agora foi registrada no Brasil, assim como *P. pruinosa* e *E. cenchroides*.

Physalis pruinosa L., por sua vez, é originária do México (Martínez, 1993) e considerada invasora em outros países como Índia (Reddy, 2008) e Japão (Mito & Uesugi, 2004). Já *E. cenchroides*, coletada próximo aos canais dos perímetros de irrigação em Petrolina (PE) e Juazeiro (BA), foi observada pela primeira vez no continente americano no estado do Arizona (EUA) em 2006 (McClaran & Nafus, 2007).

Tendo em vista a situação apresentada neste capítulo, os autores destacam uma das diretrizes da Resolução Conabio nº 5 de 21 de outubro de 2009: *Mitigação de impactos – Uma vez detectado o estabelecimento de uma espécie exótica invasora, os estados, individual e cooperativamente, deveriam adotar etapas apropriadas, tais como erradicação, contenção e controle, para mitigar os efeitos adversos.*

Apesar dos impactos não terem sido aferidos no presente estudo, não é especulativo afirmar que a diversidade regional e a resiliência dos ambientes estão sendo afetadas de maneira contundente nas áreas de influência do Pisf, devido ao grande número de espécies exóticas e à grande abundância de indivíduos das espécies exóticas invasoras. É pertinente lembrar que a obra do Pisf cruza áreas consideradas pelo MMA (2007) como prioritárias para a conservação da biodiversidade. Algumas ainda são insuficientemente conhecidas, o que aumenta a necessidade e urgência de ações de mitigação.

Até o momento, as demais espécies apresentam pequenas populações estabelecidas em um ou poucos pontos das áreas do Pisf, e, por isso, foram consideradas exóticas. Segundo Williamson (1996), cerca de 10% das espécies introduzidas se naturalizam, e somente 10% das naturalizadas se tornam nocivas de fato. Esses números coincidem com os encontrados no presente estudo, em que 10% das espécies exóticas observadas apresentaram comportamento invasor.

Na literatura, algumas características intrínsecas das espécies são destacadas como potencializadoras para que se tornem invasoras: a pro-

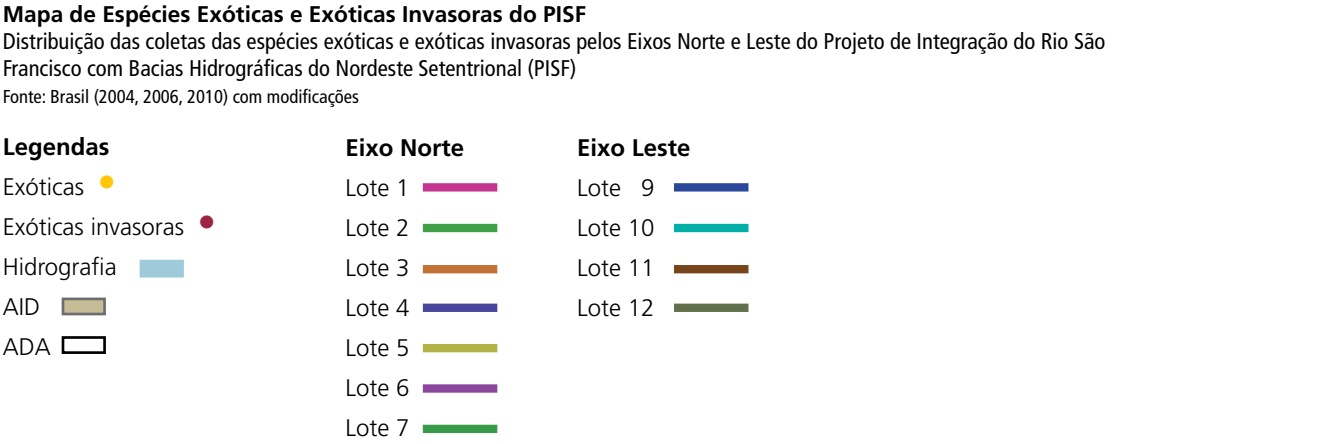
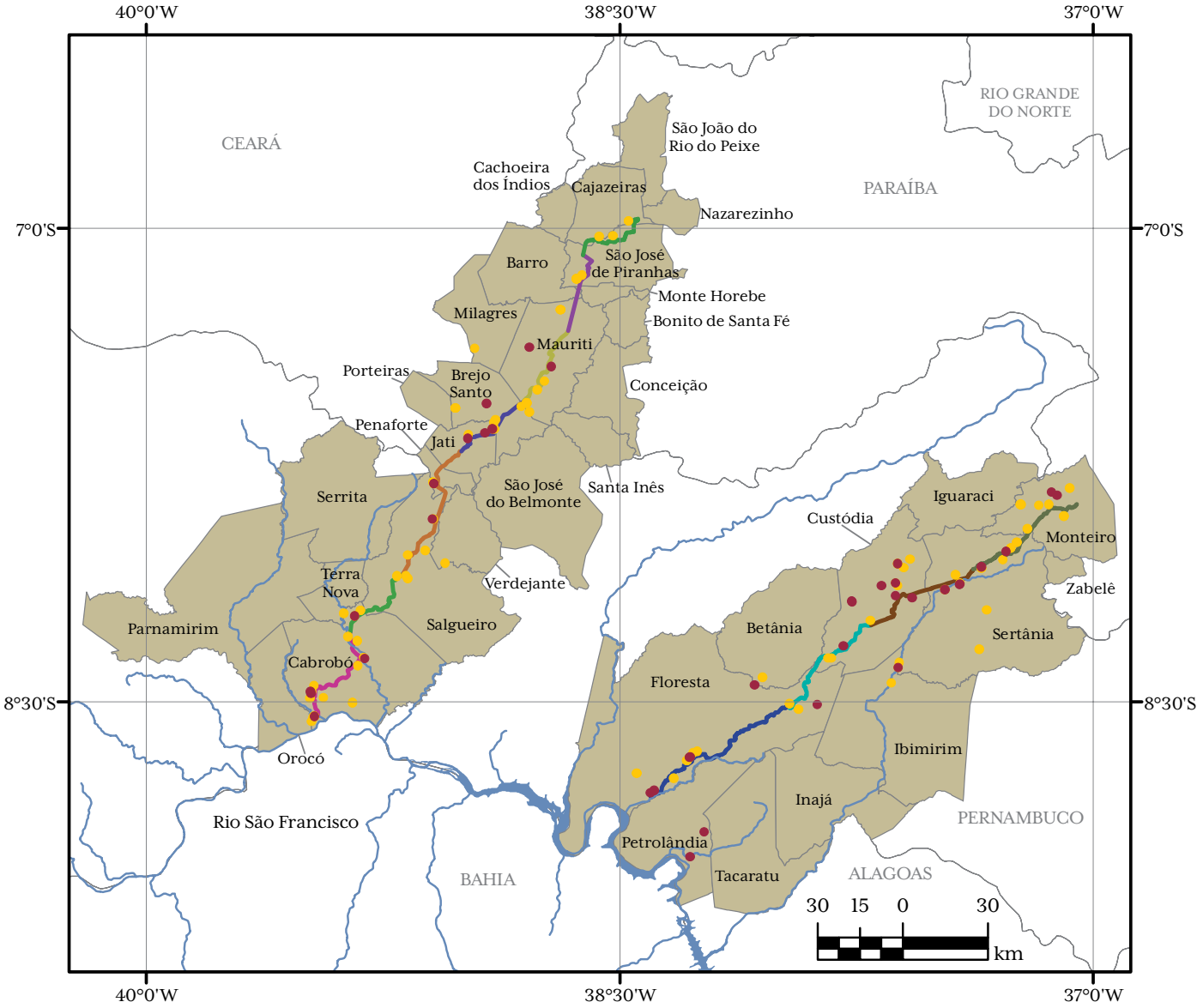
Página à esquerda

A gramínea *Enneapogon cenchroides*, natural do continente africano, é uma das espécies citadas pela primeira vez para o Brasil

Opuntia ficus-indica, amplamente disseminada no semiárido e subúmido nordestino como fonte de forragem



dução de ampla quantidade de sementes de pequenas dimensões, maturação precoce, formação de banco de sementes no solo, reproduções assexuada e sexuada eficazes, sementes com dormência que garante a germinação periódica em condições favoráveis, dispersão por animais ou vento, produção de toxinas biológicas que impedem o estabelecimento e/ou crescimento de outras plantas (alelopatia), capacidade de parasitismo, períodos de floração e frutificação longos, ausência de requerimentos específicos para a germinação, crescimento rápido, mecanismos eficientes de dispersão e autofecundação são alguns exemplos (Burke & Grime, 1996; Randall & Marinelli, 1996; Binggeli *et al.*, 1998; Westbrooks, 1998; Alpert *et al.*, 2000; Elfadl & Luukkanen, 2006; Shiferaw *et al.*, 2004; El-Keblawy & Al-Rawai, 2007; Lawes & Grice, 2007; Reaser *et al.*, 2007; Richardson *et al.*, 2007; Santana & Encinas, 2008; Andrade *et al.*, 2008; Leal *et al.*, 2012). Em contrapartida, Mack *et al.* (2000) sugeriram que essas espécies sobrevivem e se estabelecem no novo ambiente



não por possuir características morfofisiológicas diferenciadas, mas por terem sido dispersas onde possuem vantagens competitivas, por estarem livres de seus competidores, predadores, parasitas e patógenos.

Ressalta-se, porém, que algumas das espécies consideradas exóticas neste estudo são reconhecidamente invasoras em outros locais (*Azadirachta indica* A. Juss., *Cryptostegia grandiflora* R. Br., *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, *Mormodica charantia* L., *Physalis pruinosa*, *Ricinus communis* L. e quase todas as Poaceae), o que sugere que uma mudança nessa situação pode ser apenas questão de tempo. Muitas plantas apresentam uma fase de latência relativamente longa, durante a qual o seu efetivo se mantém mais ou menos constante (Le Floch, 1991). Ambientes degradados como os analisados podem favorecer a permanência das espécies exóticas, até que novas condições possibilitem a sua expansão e elas se tornem de fato invasoras.

Em razão dessa assertiva, a intervenção imediata visando à exclusão dessas espécies seria uma forma de evitar a ocorrência de novos casos de invasão biológica. Essa ação enquadra-se no “Princípio da Prevenção”, princípio 15 da Declaração da Conferência Rio 92 sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Cnumad, 1992), segundo o qual a falta de prova científica clara não deve ser alegada como motivo para a não adoção de medidas que visem evitar a degradação ambiental.

Em praticamente toda a extensão dos canais do Pisf houve coleta de espécies exóticas e de espécies exóticas invasoras. É pertinente ressaltar que a distribuição de pontos no mapa subestima, e muito, a realidade observada em campo. Muitas das espécies foram amostradas apenas uma vez devido à falta de material fértil em outros momentos ou por serem desnecessárias novas coletas para alguns táxons.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As espécies exóticas representam um pouco mais de 5% da flora das áreas do Pisf. Apesar de sugerir baixa representatividade, esses números não podem ser desprezados, considerando os efeitos (impactos) que essas espécies podem ter sobre o ambiente físico e as espécies autóctones.

Há pouco mais de meio século, o tema invasão biológica começou a ganhar destaque na comunidade científica, e o assunto passou a ser de interesse público em função dos grandes prejuízos econômicos que as bioinvasões podem causar. É notório que ambientes degradados e ou modificados antropogenicamente oferecem condições que facilitam o estabelecimento de processos de invasão biológica. A construção dos

canais e reservatórios do Pisf, além de degradar as Caatingas, originou centenas de quilômetros de nichos vagos, onde espécies exóticas estão sendo capazes de se estabelecer e se reproduzir sem maiores dificuldades. Já se constata nas áreas de influência do Pisf, populações monodominantes adensadas de espécies exóticas, caracterizando de maneira indubitável processos de invasão biológica.

Este estudo representa uma iniciativa pioneira para o Nordeste Semiárido e revela um problema que vem crescendo silenciosamente a cada dia e com consequências socioambientais gravíssimas. O acompanhamento da situação, a elaboração de políticas públicas e a adoção de estratégias para o controle ou manejo destas espécies pelos órgãos públicos competentes são urgentes e de suma importância.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, R.S.; Cielo-Filho, R.; Souza, S.C.P.M.; Aguiar, O.T.; Baitello, J.B.; Pastore, J.A.; Kanashiro, M.M.; Mattos, I.F.A.; Franco, G.A.D.C. & Lima, C.R. 2010. Campo Sujo Úmido: fisionomia de Cerrado ameaçada pela contaminação de *Pinus elliottii* Engelm. na Estação Ecológica de Itapeva, Estado de São Paulo. *Revista do Instituto Florestal* 22: 71-91.
- Alpert, P.; Bone, E. & Holzapfel, C. 2000. Invasiveness, Invisibility and the Role of Environmental Stress in the Spread of Non-native Plants. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 3: 52-66.
- Andrade, L.A.; Fabricante, J.R. & Alves, A.S. 2008. Algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw.) DC.): Impactos sobre a fitodiversidade e estratégias de colonização em área invadida na Paraíba, Brasil. *Natureza & Conservação* 6: 46-54.
- Andrade, L.A.; Fabricante, J.R. & Oliveira, F.X. 2009. Invasão biológica por *Prosopis juliflora* (Sw.) DC.: impactos sobre a diversidade e a estrutura do componente arbustivo-arbóreo da Caatinga no Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. *Acta Botanica Brasílica* 23: 954-943.
- Andrade, L.A.; Fabricante, J.R. & Oliveira, F.X. 2010. Impactos da invasão de *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. (Fabaceae) sobre o estrato arbustivo-arbóreo em áreas de Caatinga no Estado da Paraíba, Brasil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences* 32: 249-255.
- Angiosperm Phylogeny Group [Bremer, B., Bremer, K., Chase, M.W., Fay, M.F., Reveal, J.L., Soltis, D.E., Soltis, P.S. & Stevens, P.F. (comp.)]. 2009. An Update of the Angiosperm Phylogeny Group Classification for the Orders and Families of Flowering Plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society of London* 161: 105-121.
- Aranha, C.; Bacchi, O. & Leitão-Filho, H.F. 1982. *Plantas invasoras de culturas*. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, v. 2, p. 292-597.
- Bacchi, O.; Leitão-Filho, H.F.; Aranha, C. 1982. *Plantas invasoras de culturas*. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, v. 1, p. 1-291.
- Bacchi, O.; Leitão Filho, H.F. & Aranha, C. 1984. *Plantas invasoras de culturas*. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, v. 3, p. 598-906.
- Binggeli, P.; Hall, J.B. & Healey, J.R. 1998. An Overview of Invasive Woody Plants in the Tropics. School of Agricultural and Forest Sciences, University of Wales, Bangor. n° 13.

Brasil – Ministério da Integração Nacional. 2004. Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional - Relatório de Impacto Ambiental (RIMA). 129p.

Brasil – Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) / Diretoria de Geociências (DGC). 2010. Base Cartográfica Contínua, ao milionésimo – BCIM: versão 3.0 - Limite Município. Rio de Janeiro: IBGE.

Brasil – Ministério do Meio Ambiente, Agência Nacional de Águas – ANA. 2006. Rede Hidrográfica Codificada, método Otto Pfafstetter. Disponível em: <http://www.ana.gov.br/bibliotecavirtual/solicitacaoBaseDados.asp>.

Burke, M.J.W. & Grime, J.P. 1996. An Experimental Study of Plant Community Invasibility. *Ecology* 77: 776-790.

CBD (Convention on Biological Diversity) 2005. *Handbook of the Convention on Biological Diversity Including its Cartagena Protocol on Biosafety*. 3ª ed. Montreal. 1533 p.

Cepan (Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste). 2009. Contextualização sobre espécies exóticas invasoras – Dossiê Pernambuco. Recife: Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste, 63p.

Cnumad (Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento). 1992. Declaração do Rio de Janeiro sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. Rio de Janeiro, de 3 a 14 de junho de 1992.

Cria (Centro de Referência em Informação Ambiental). 2011. *SpeciesLink*. Disponível em: <http://splink.cria.org.br/>.

Elfadl, M.A. & Luukkanen, O. 2006. Field Studies on the Ecological Strategies of *Prosopis juliflora* in a Dryland Ecosystem. *Journal of Arid Environments* 66: 1-15.

El-Keblawy, A. & Al-Rawai, A. 2007. Impacts of the Invasive Exotic *Prosopis juliflora* (Sw.) D.C. on the Native Flora and Soils of the UAE. *Plant Ecology* 190: 23-35

ESRI. 2009. ArcGIS. Environmental Systems Research Institute, Redlands, CA, EUA.

Fabricante, J.R.; Andrade, L.A.; Feitosa, R.C. & Oliveira, L.S.B. 2009. Respostas da *Parkinsonia aculeata* L. ao corte e queima em área invadida no agreste paraibano. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* 4: 293-297.

Fabricante, J.R.; Araújo, K.C.T. & Andrade, L.A. 2010. Planta alienígena está invadindo o semiárido brasileiro. *Jornal do Meio Ambiente* 19: 16.

Fabricante, J.R. & Feitosa, S.S. 2010. *Parkinsonia aculeata* L. Agropecuária Científica no Semi-Árido 6: p. 1-13.

Florentine, S.K. & Westbrooke, M.E. 2005. Invasion of the Noxious Weed *Nicotiana glauca* (L.) Grah. After an Episodic Flooding Event in the Arid Zone of Australia. *Journal of Arid Environments* 60: 531-545.

Gallaher, T. & Merlin, M. 2010. Biology and Impacts of Pacific Island Invasive Species. 6. *Prosopis pallida* and *Prosopis juliflora* (Algarroba, Mesquite, Kiawe) (Fabaceae). *Pacific Science* 64: 489-526.

GISP (Programa Global de Espécies Invasoras). 2005. *América do Sul invadida: a crescente ameaça das espécies exóticas invasoras*. Cape Town: GISP, 80p.

Harris, P.J.C.; Pasiecznik, N.M.; Smith, S.J.; Billington, J.M. & Ramirez, L. 2003. Differentiation of *Prosopis juliflora* (Sw.) DC & *Prosopis pallida* (H.&B. ex Willd.) H.B.K. using Foliar Characters and Ploidy. *Forest Ecology and Management* 180: 153-164.

Hasan, M.R. & Chakrabarti, R. 2009. *Use of Algae and Aquatic Macrophytes as Feed in Small-scale Aquaculture: A Review*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper n° 531. Rome: FAO, 123p.

Iabin (Inter-American Biodiversity Information Network). 2009. Invasive Information Network. Disponível em: <http://www.iabin.net/Invasive-Species/>.

I3N (Invasive information Network). 2011a. Participants. Disponível em: <http://i3n.iabin.net/participants/index.html>.

I3N (Invasive information Network). 2011b. Consultas de espécies. Disponível em: http://i3n.institutohorus.org.br/filt_especies.asp.

Kissmann, K.G. 1997. *Plantas infestantes e nocivas*. São Paulo: Basf, tomo I, 825p.

Kissmann, K.G. & Groth, D. 1997. *Plantas infestantes e nocivas*. São Paulo: Basf, tomo II. 978p.

Landeras, G.; Alfonso, M.; Pasiecznik, N.M.; Harris, P.J.C.; Ramirez, L. 2006. Identification of *Prosopis juliflora* and *Prosopis pallida* Accessions Using Molecular Markers. *Biodiversity and Conservation* 15: 1829-1844.

Lawes, R.A. & Grice, A.C. 2007. Controlling Infestations of *Parkinsonia aculeata* in a Riparian Zone at the Landscape Scale. *Austral Ecology* 32: 287-293.

Leal, L.C.; Meiado, M.V.; Lopes, A. V. & Leal, I. R. 2012. Germination Responses of the Invasive *Calotropis procera* (Apocynaceae): Comparison with Seeds from two Ecosystems in Northeastern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* (no prelo).

Leão, T.C.C; Almeida, W.R.; Dechoum, M.S. & Ziller, S.R. 2011. *Espécies exóticas invasoras no nordeste do brasil: contextualização, manejo e políticas públicas*. Recife: Cepan. 99 p.

Le Floch, E. 1991. Invasive Plants of the Mediterranean Basin. In: R.H. Groves; F. de Castri (Eds). *Biogeography of the Mediterranean Invasions*. Cambridge: Cambridge University Press, p. 67-80.

Liesenfeld, M.V.A. & Pellegrim, L.M. 2004. *Risco biológico: a invasão por Pinus e a problemática das espécies alienígenas vegetais no Parque Estadual de Itapuã – Viamão, RS*. Pelotas: Instituto Gaúcho de Estudos Ambientais, 9 p.

Lima, P.C.F. 2005. Algaroba. In: Kiill, L.H.P. & Menezes, E.A. (Orgs.). *Espécies vegetais exóticas com potencialidades para o semiárido*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 37-90.

Lindley, J. 1985. *Flora medica*. Nova Deli: Ajay Book Services.

Lista de Espécies da Flora do Brasil. 2012. Lista de Espécies da Flora do Brasil. In: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012> acessado em 12/01/2012.

Lorenzi, H. 1991. *Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais*. 2ª ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 440p.

Lorenzi, H. 2008. *Árvores brasileiras, manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Vol. I, 5ª ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 384p.

Mack, R. N.; Chair; S. D.; Lonsdale, W. M.; Evans, H.; Clout, M. & Bazzaz, F. 2000. Biotic Invasions: Causes, Epidemiology, Global Consequences and Control. *Issues in Ecology* 5: 1-20.

Magnusson, E. W. 2006. Homogeneização biótica. In: Rocha, C.F.D.; Bergalo, H.G; Sluys, M.V. & Alves, M.A.S. (orgs.). *Biologia da Conservação: Essências*. São Carlos: RiMa, p. 211-229.

Martinez M. 1993. The Correct Application of *Physalis pruinosa* L. (Solanaceae). *Taxon* 42: 103-104.

Martius, V.C.F.P.; Eichler, A.W.; Urban, I. 1870. *Flora Brasiliensis*. XV(II), Fasc. 50: 77-78.

McClaran, M.P. & Nafus, A.M. 2007. Noteworthy Collections. *Madroño* 54: 203-211.

Meffe, G.K. & Carroll, R. 1997. *Principles of Conservation Biology*. 2ª ed. Massachusetts: Sinawer Associates.

Mito, T. & Uesugi, T. 2004. Invasive Alien Species in Japan: The Status Quo and the New Regulation for Prevention of their Adverse Effects. *Global Environmental Research* 8: 171-191.

- MMA (Ministério do Meio Ambiente). 2007. *Áreas prioritárias para conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira*. Brasília: MMA. 300p.
- MMA (Ministério do Meio Ambiente). 2009. Resolução Conabio nº 5 de 21 de outubro de 2009: Dispõe sobre a estratégia nacional sobre espécies exóticas invasoras. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 27p.
- NAS (National Academy of Sciences). 1980. *Firewood Crops: Scrub and Tree Species for Energy Production*. Washington: NAS.
- Nee, M. 1986. *Flora de Vera Cruz: Solanaceae*. Vera Cruz: Instituto Nacional de Investigaciones. Parte I, 191p.
- Oliveira, S.H.F.; Negreiros, D.; Fernandes, G.W.; Barbosa, N.P.U.; Rocha, R. & Almeida-Cortez, J.S. 2009. Seedling Growth of the Invader *Calotropis procera* in Ironstone Rupestrian Field and Seasonally Dry Forest Soils. *Neotropical Biology and Conservation* 4:69-76.
- Parker, I.M. & Reichard, S.H. 1997. Critical Issues in Invasion Biology for Conservation Science. In: P.L. Fiedler & P.M. Kareiva (eds.). *Conservation Biology for the Coming Decade*. New York: Chapman and Hall, p. 283-305.
- 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 Ecological Effects of Invaders. *Biological Invasions* 1:3-19.
- Pasiecznik, N.M.; Felker, P.; Harris, P.J.C.; Harsh, L. N.; Cruz, G.; Tewari, J.C.; Cadoret, K. & Maldonado, L.J. 2001. The *Prosopis juliflora* — *Prosopis pallida* Complex: a Monograph. Coventry: HDRA. 172 p.
- Pasiecznik, N.M.; Harris, P.J.C. & Smith, S.J. 2004 *Identifying Tropical Prosopis Species: A Field Guide*. Coventry: Henry Doubleday Research Association.
- Pegado, C.M.A.; Andrade, L.A.; Felix, L.P. & Pereira, I.M. 2006. Efeitos da invasão biológica de algaroba: *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. sobre a composição e a estrutura do estrato arbustivo-arbóreo da Caatinga no Município de Monteiro, PB, Brasil. *Acta Botanica Brasílica* 20:887-898.
- 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 and Environment* 84:1-20.
- Pujadas, J. 2001. *Land-use and Socio-Economic Correlates of Plant Invasions in European and North African Countries*. Barcelona: Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals, Universitat Autònoma de Barcelona.
- Pysek, P.; Richardson, D.M.; Rejmánek, M.; Webster, G.L.; Williamson, M. & Kirschner, J. 2004. Alien Plants in Checklists and Floras: Towards Better Communication Between Taxonomists and Ecologists. *Taxon* 53:131-143.
- Randall, J.M. & Marinelli, J. 1996. *Invasive Plants: Weeds of the Global Garden*. New York: Brooklyn Botanic Garden, III pp.
- Reaser, J.K.; Meyerson, L.A.; Cronk, Q.; Poorter, M.; Eldrege, L.G.; Green, E.; Kairo, M.; Latasi, P.; Mack, R.N.; Mauremootoo, J.; O'dowd, D.; Orapa, W.; Sastroutomo, S.; Saunders, A.; Shine, C.; Thrainsson, S. & Vaiutu, L. 2007. Ecological and Socioeconomic Impacts of Invasive Alien Species in Island Ecosystems. *Environmental Conservation* 34:98-III.
- Reddy, C.S. 2008. Catalogue of Invasive Alien Flora of India. *Life Science Journal* 5: 84-89.
- Rejmánek, M. 1999. Invasive Plants and Invasible Ecosystems. In: Sandlund O.T., Schei P.J. & Viken A. (eds.) *Invasive Species and Biodiversity Management*. Boston: Kluwer, p. 79-102.

- Richardson, D.M. 2001. *Plants Invasion*. In: Leven S. (ed.). 1999-2000. Encyclopedia of Biodiversity. San Diego: Academic Press. v. 4, p. 677-688.
- Richardson D.M., Holmes P.M., Esler K.J., Galatowitsch S.M., Stromberg J.C., Kirkman S. P., Pysek P. & Hobbs R.J. 2007. Riparian Vegetation: Degradation, Alien Plant Invasions, and Restoration Prospects. *Diversity and Distributions* 13:126-139.
- Rizzini, C.T. 1963. Nota prévia sobre a divisão fitogeográfica do Brasil. *Revista Brasileira de Geografia* 25:3-65.
- Santana, O.A. & Encinas, J.I. 2008. Levantamento das espécies exóticas arbóreas e seu impacto nas espécies nativas em áreas adjacentes a depósitos de resíduos domiciliares. *Biotemas* 21:29-38.
- Sanz-Elorza, M.; Dana-Sánchez, E.D. & Sobrino-Vesperinas, E. 2004. *Atlas de las plantas alóctonas invasoras en España*. Madrid: Dirección General para la Biodiversidad. 384p.
- Sanz-Elorza, M., González Bernardo, F., Serreta Oliván, A. & Gavilán Iglesias, L.P. 2010. Invasiveness of Alien Vascular Plants in Six Arid Zones of Europe, Africa and America. *Lazaroa* 31:109-126.
- Shapaka, T.N.; Cunningham, P.L. & Joubert, D.F. 2008. Invasive Alien Plants in the Daan Viljoen Game Park. *Dinteria* 30:19-32.
- Shiferaw, H., Teketay, D., Nemomissa, S. & Assefa, F. 2004. Some Biological Characteristics that Foster the Invasion of *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. at Middle Awash Rift Valley Area, North-eastern Ethiopia. *Journal of Arid Environments* 58:135-154.
- Simberloff, D. & Von Holle, B. 1999. Positive Interactions of Nonindigenous Species: Invasional Meltdown? *Biological Invasions* 1: 21-32.
- SMA (Secretaria do Meio Ambiente). 2010. Espécies exóticas invasoras. *Cadernos da Mata Ciliar* 3: 34. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Coordenadoria de Biodiversidade e Recursos Naturais, Unidade de Coordenação do Projeto de Recuperação das Matas Ciliares.
- Tilman, D. 1997. Community Invasibility, Recruitment Limitation, and Grassland Biodiversity. *Ecology* 78:81-92.
- Vermeij, G.J. 1996. An Agenda for Invasion Biology. *Biological Conservation* 78:3-9.
- Westbrooks, R. 1998. *Invasive Plants: Changing the Landscape of America: Fact Book*. Washington: Federal Interagency Committee for the Management of Noxious and Exotic Weeds.
- Williamson, M. 1996. *Biological Invasions*. London: Chapman & Hall.
- Woitke, M. & Dietz, H. 2002. *Shifts in Dominance of Native and Invasive Plants in Experimental Patches of Vegetation*. Würzburg: Julius-von-Sachs-Institute of Biosciences, Würzburg University, p. 12-15.
- Zalba, S. & Ziller, S. R. 2007. Manejo adaptativo de espécies exóticas invasoras: colocando a teoria em prática. *Natureza & Conservação* 5:16-22.
- Zanchetta, D. & Diniz, F. 2006. Estudo da contaminação biológica por *Pinus* spp. em três diferentes áreas na Estação Ecológica de Itirapina – SP. *Revista do Instituto Florestal* 18:1-14.
- Zanchetta, D. & Pinheiro, L.S. 2007. Análise biofísica dos processos envolvidos na invasão biológica de sementes de *Pinus elliotti* na Estação Ecológica de Itirapina – SP e alternativas de manejo. *Climatologia e Estudo da Paisagem* 2:72-90.
- Zenni, R.D. & Ziller, S.R. 2011. An Overview of Invasive Plants in Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 34:431-446.
- Ziller, S.R. 2001. Plantas exóticas invasoras: a ameaça da contaminação biológica. *Revista Ciência Hoje* 30:77-79.
- Ziller, S.R.; Galvão, F.A. 2001. Degradação da estepe gramíneo-lenhosa no Paraná por contaminação biológica de *Pinus elliottii* e *Pinus taeda*. *Floresta* 32:42-47.