

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

Leonaldo Alves de Andrade^{1,2}, Juliano Ricardo Fabricante¹ e Franciêdo Xavier de Oliveira¹

Recebido em 01/09/2008. Aceito em 19/12/2008

RESUMO – (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). Este trabalho teve como objetivos estudar os impactos causados pela invasão da algaroba - *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. sobre a fitodiversidade e a estrutura do componente arbustivo arbóreo da caatinga. Foram selecionadas áreas em dois municípios no Rio Grande do Norte, Brasil, (Área I e Área II), sendo que em cada município foi estudado um remanescente de caatinga sem a presença de *P. juliflora* (Ambiente 1) e uma área invadida pela referida espécie (Ambiente 2). Em cada ambiente, foram plotadas 10 parcelas, nas quais foram amostrados todos os indivíduos arbóreo-arbustivos, incluídos nas categorias de adultos e regenerantes. A diversidade, medida pela função de Shannon-Wiener, para o Ambiente 1, nas Áreas I e II, alcançou, respectivamente, os seguintes valores: 2,74 e 2,44 para os adultos; 1,96 e 1,83 para os regenerantes; enquanto que, para o Ambiente 2, esses valores foram de apenas 0,88 e 0,42 para os adultos; 0,16 e 0,79 para os regenerantes, correspondendo às Áreas I e II, respectivamente. Os resultados demonstraram que *P. juliflora* afeta drasticamente a diversidade e, por conseguinte, a estrutura das comunidades invadidas, tornando evidente a necessidade de controle da referida invasora que ora ameaça a biodiversidade autóctone da caatinga e ecossistemas associados.

Palavras-chave: bioinvasão, espécie exótica, perda de diversidade, caatinga

ABSTRACT – (Biological invasion by *Prosopis juliflora* (Sw.) DC.: impacts on diversity and structure of the shrubby-arboreal component of caatinga in the state of Rio Grande do Norte, Brazil). We studied the impacts caused by the invasion of algaroba - *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. - on Caatinga biodiversity and structure. Areas in two municipalities in the state of Rio Grande do Norte were selected (Area I and Area II). Ten plots were established in each environment, in which all shrubby-arboreal individuals were sampled. The diversity indices, measured by the Shannon-Wiener function, were: in Areas I and II of Environment 1, respectively 2.74 and 2.44 for adults, and 1.96 and 1.83 for regenerating individuals; in Areas I and II of Environment 2 these values were only 0.88 and 0.42 for adults; 0.16 and 0.79 for regenerating individuals, respectively. The results showed that *P. juliflora* drastically affects the diversity and, therefore, the structure of invaded communities, making evident the need to control such an invasive species which threatens the native biodiversity of the Caatinga and related ecosystems.

Key words: biological invasion, exotic species, loss of diversity, caatinga, xeric vegetation

Introdução

A flora da caatinga (também denominada de savana estépica - IBGE 1992) apresenta variadas tipologias, cuja característica comum é a adaptação morfofisiológica para a convivência com elevado déficit hídrico. A vegetação da caatinga está adaptada a longos períodos de estiagem e, portanto, as espécies que ali evoluíram apresentam eficientes mecanismos para resistir, ou para completar seu ciclo de vida no menor espaço de tempo possível, frente às severas condições a que estão submetidas (Andrade-Lima 1981; Rizzini 1997).

A devastação da cobertura vegetal do semi-árido é uma realidade preocupante, embora não existam dados atualizados a este respeito. As informações disponíveis (MMA 2002) indicam uma expressiva redução da cobertura vegetal primária em praticamente todos os estados nordestinos, bem como uma sistemática exploração das formações secundárias, na maior parte dessa região. A pecuária extensiva, a agricultura itinerante e a exploração de lenha constituem as principais causas dessa devastação, que promovem a perda de biodiversidade. Em extensas áreas do semi-árido, já são raríssimos os remanescentes de caatinga em bom estado de conservação. Este fato foi vivenciado quando da seleção de áreas para a realização dos levantamentos durante a execução da pesquisa que deu origem a este artigo.

A devastação da flora autóctone abre caminhos para a invasão por espécies exóticas, que podem desencadear grandes impactos sobre a biodiversidade, alterando a estrutura das comunidades e inibindo a regeneração das espécies nativas (Margalef 1994; Woitke & Dietz 2002; Pujadas 2001; Ziller & Zalba 2007). O processo de invasão de um ecossistema por uma espécie exótica se dá quando a espécie introduzida adapta-se, passando a se dispersar e a alterar os novos ecossistemas (Pysek 1995; Parker *et al.* 1999; Ziller 2000). Estudos envolvendo invasão biológica, bem como a suscetibilidade de ambientes a este problema são relativamente recentes, estando a maioria dos trabalhos restrita às últimas décadas (Noble 1989; Roy 1990; Rejmanek e Richardson 1996; Williamson e Fitter 1996; Pegado *et al.* 2006; Lawes & Grice 2007; Andrade *et al.* 2008; Santana e Encinas 2008).

Na caatinga este problema surgiu com a introdução de espécies exóticas trazidas com o objetivo de constituírem alternativas econômicas para a região, a exemplo de *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. (Algaroba), cujo potencial invasivo no bioma já foi ressaltado recentemente por Pegado *et al.* (2006) e por Andrade *et al.* (2008). Trabalhos recentes, a exemplo de Elfadl e Luukkanen (2004), realizados no oeste do Sudão, de Shiferaw *et al.* (2004), no nordeste da Etiópia, e de Pegado *et al.* (2006) e Andrade *et al.* (2008), no nordeste do Brasil, mostram que *P. juliflora* causa sérios problemas em locais diferentes do seu habitat natural, pois, de acordo com esses autores, a sua capacidade de reprodução e regeneração a

¹ Universidade Federal da Paraíba, CCA, Areia, PB, Brasil, Laboratório de Ecologia Vegetal

² E-mail: landrade@cca.ufpb.br

torna extremamente agressiva, particularmente se associada a alguns facilitadores, como os dispersores e, principalmente, a ação antrópica.

A algaroba chegou ao Nordeste brasileiro nos anos de 1942, como mais uma opção econômica para o semi-árido (Oliveira *et al.* 1999), principalmente para o uso como forrageira e madeireira (Ribaski 1987; Mendes 1989). Esta cultura arbórea foi difundida e teve o seu plantio estimulado pelos órgãos governamentais, durante algumas décadas. A partir dos plantios comerciais e dos pequenos arboretos estabelecidos pela população rural, a espécie começou a se expandir, tendo sua disseminação facilitada pelos rebanhos, haja vista que seus frutos constituem forragem de boa qualidade.

Os sítios preferenciais da espécie constituem áreas de relevante interesse social e ambiental para a caatinga, haja vista que esta ocupa principalmente os Neossolos Flúvicos, as baixadas sedimentares e as manchas de solos mais profundos, onde a água, no sub-solo, é mais abundante. Ressalte-se que aí se incluem as matas ciliares, ambientes legalmente enquadrados como Áreas de Preservação Permanente (Lei N° 4.771, de 15 de setembro de 1965), sendo muito importantes, por desempenharem funções ambientais e ecológicas estratégicas e por deterem elevado grau de endemismo e apresentarem biodiversidade potencialmente maior, quando comparadas com as adjacências (Andrade *et al.* 2005).

Diante desta realidade, o objetivo deste trabalho foi avaliar os impactos causados pela invasão de *P. juliflora* sobre a composição, a estrutura e a diversidade do estrato arbustivo-arbóreo da caatinga, buscando subsidiar ações de conservação, manejo e restauração das áreas invadidas.

Material e métodos

Por meio de expedições técnicas, foram selecionadas áreas remanescentes de caatinga que melhor expressassem a flora regional em sua composição e estrutura e, próximas a estas, áreas com a ocorrência de *P. juliflora*. Apesar das notórias dificuldades a seleção dos locais levou em consideração históricos de uso análogos, para que assim fossem validadas as comparações entre as comunidades invadidas e os remanescentes da vegetação nativa. Para tanto, foram selecionadas áreas nos municípios de Carnaúba dos Dantas (Área I) e Acari (Área II), no estado do Rio Grande do Norte, Brasil. Em cada município foram caracterizadas duas situações: Ambiente 1 – remanescente de caatinga sem a presença de *P. juliflora*; Ambiente 2 – caatinga invadida por *P. juliflora*.

Área I – O remanescente de caatinga sem a presença de *P. juliflora* (Ambiente 1) possui uma área de aproximadamente 300 ha. Segundo os proprietários, a área foi explorada até o final da década de 1970, com culturas anuais. Nos últimos 10 anos, o local vem sendo utilizado apenas para a criação de bovinos. O Ambiente 2 situa-se na margem esquerda do rio Carnaúbas, com área estimada em 200 ha. Após ser desmatado, há 40 anos, o local foi explorado por 15 anos com culturas anuais e, em seguida, foi abandonado, quando então teve início a invasão por *P. juliflora*.

Área II – O Ambiente 1 foi representado por um fragmento de caatinga, cuja área foi estimada em aproximadamente 40 ha. Segundo o proprietário, há mais de 30 anos a vegetação não sofre corte raso, porém, foram observados indícios de exploração seletiva. O Ambiente 2 pertence à mesma propriedade e possui uma área relativamente igual à do anterior. A exploração se deu com culturas anuais e frutíferas, sendo depois abandonada, quando, então, teve início o processo de invasão, há cerca de 20 anos. Ambas as áreas estudadas neste município situam-se às margens do riacho do Saco, e estão separadas apenas por uma cerca de arame farpado.

Foi utilizado o método das parcelas (Brow-Blanquet 1950), para a

coleta dos dados florístico-fitosociológicos, sendo que a instalação destas se deu de maneira aleatória. Dez parcelas de 8 x 50 m foram alocadas em cada ambiente, perfazendo 20 unidades amostrais por área. No interior das parcelas, foram amostrados todos os indivíduos arbustivo-arbóreos, com altura igual ou superior a 20 cm. Esses indivíduos foram categorizados como adultos e regenerantes, considerando-se adultos, aqueles com Diâmetro ao Nível do Solo (DNS) ≥ 3 cm e, como regenerantes, aqueles com DNS < 3 cm, segundo metodologia desenvolvida para o bioma caatinga (Rodal *et al.* 1992). A escolha deste método deve-se ao fato de que o mesmo vem sendo amplamente utilizado em estudos da vegetação arbustivo-arbórea da caatinga, o que confere a possibilidade de maiores comparações, e consequentemente considerações mais consistentes para os resultados obtidos.

Para os adultos, foram medidos a altura e o Diâmetro à Altura do Peito (DAP) e, para os regenerantes, foram medidos a altura e o DNS. Os parâmetros estruturais calculados foram aqueles recomendados por literatura especializada (Lamprecht 1964; Finol 1971; Muller-Dombois e Elleberg 1974; Mateucci e Colma 1982; Whittaker 1984; Pereira *et al.* 2001; Kent e Coker 1999), tais como: Área Basal (ABi), Densidade Absoluta (DA), Frequência Absoluta (FA), Dominância Absoluta (DoA), Valor de Cobertura (VC), Valor de Importância (VI) para os adultos, e Frequência Absoluta da regeneração natural (FARN), Densidade Absoluta da Regeneração Natural (DARN), Classe Absoluta de Tamanho da Regeneração Natural (CATRN), e Regeneração Natural Relativa (RNR%) para os regenerantes.

Calculou-se também o índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') (Shannon & Weaver 1949), e o impacto da espécie exótica sobre as comunidades invadidas, por meio do índice de impacto ambiental de exóticas (IIAE), efetuado a partir do cálculo do coeficiente do impacto ambiental, cujo índice de acordo com Reaser *et al.* (2007), varia de -1 a 1 e, quanto mais próximo do extremo negativo, mais acentuado é o grau da invasão.

$$IIAE = \frac{(P_{\text{exótica}} - P_{\text{nativa}})}{P_{\text{total}}}$$

Sendo: IIAE = índice de impacto ambiental de exóticas; $P_{\text{exóticas}}$ = valor do VI das plantas exóticas; P_{nativas} = valor do VI das plantas nativas; P_{total} = valor do VI total (VI = 300).

Para avaliar a similaridade e a distribuição das espécies nas áreas estudadas, utilizou-se o método de agrupamento divisivo *Twinspan* (*Two Way Indicator Species Analysis*) (Hill *et al.* 1975). O método dos agrupamentos sequenciais aglomerativos utilizado na análise foi o *Arithmetic Average Clustering* (Sneath & Sokal 1973).

A identificação botânica foi feita pela comparação com materiais herborizados e mediante consulta à literatura e a especialistas. A lista florística foi organizada de acordo com o sistema APG II (2003) e a lista dos autores das espécies segundo Brummitt e Powell (1992). O processamento dos dados foi feito usando-se o *Software* Mata Nativa 2^o (CIENTEC 2002), PC-ORD^o (McCune 1997) e MVSP 3.1^o (MVSP/PLUS 1998).

Resultados e discussão

Florística

No levantamento florístico foram inventariados 5.984 indivíduos pertencentes a 18 famílias, 36 gêneros, 46 espécies, dos quais 40 delas distribuídas no Ambiente 1 (caatinga sem a presença de *P. juliflora*) e seis no Ambiente 2 (caatinga invadida) da Área I, e 17 no Ambiente 1 e 12 no ambiente 2 da Área II.

Em relação à distribuição do número de espécies por família, Fabaceae (20 espécies), Euphorbiaceae (sete espécies) e Anacardiaceae (três espécies), foram as mais bem representadas no presente estudo. Essas famílias também se destacaram nos trabalhos de Pereira *et al.* (2001), Pereira *et al.* (2002), Lemos e Rodal (2002), Nascimento *et al.* (2003) e Andrade *et al.* (2005) como sendo as mais abundantes de

diferentes fisionomias de caatinga na região semi-árida do Nordeste brasileiro.

A lista florística levantada relaciona diversas espécies registradas em outros estudos desenvolvidos em vegetação de caatinga, em outros estados (Pereira *et al.* 2001, na Paraíba; Alcoforado-Filho *et al.* 2003, em Pernambuco; Nascimento *et al.* 2003, em Pernambuco; Amorim 2005, em Pernambuco; Pegado *et al.* 2006, na Paraíba). Uma comparação particular com o trabalho de Albuquerque e Andrade (2002), desenvolvido em Pernambuco, demonstra que quase a metade das espécies é comum em ambos os levantamentos. Essa similaridade ainda foi maior quando se comparou este trabalho com os resultados apresentados por Andrade *et al.* (2005), desenvolvido na Paraíba.

Observa-se que as maiores quantidades de famílias, gêneros e espécies, foram encontrados no Ambiente 1 em ambas as Áreas (Tab. 1). A baixa abundância taxonômica verificada no Ambiente 2 revela o efeito negativo de *P. juliflora* sobre a fitodiversidade arbóreo-arbutiva nos sítios invadidos. Segundo Parker *et al.* (1999), dentre os principais impactos provocados por espécies exóticas nos ecossistemas invadidos, destacam-se a diminuição da riqueza de espécies e da diversidade de um modo geral.

Estes impactos ficam ainda mais evidentes neste trabalho quando se analisa a abundância de indivíduos de *P. juliflora* em relação aos das demais espécies, o que evidencia uma grande disparidade numérica. Dos 2191 indivíduos amostrados nas áreas invadidas, 1923 (88%) foram de *P. juliflora*, dos quais 782 (91,3%) na Área I e 1141 (85,5%) na Área II. Tais valores demonstram o poder de exclusão desta invasora, dificultando o estabelecimento e a colonização das espécies autóctones, que praticamente desapareceram em meio aos densos maciços formados pela espécie exótica. Dentre as espécies nativas inventariadas nas áreas invadidas, as populações de algumas delas são muito pequenas, de modo que a baixa equitabilidade tende a comprometer a permanência desses taxa na comunidade.

Análise da Estrutura do Estrato Adulto

No Ambiente 1 da Área I, a densidade total foi de 1.787 indivíduos.ha⁻¹ pertencentes a 34 espécies; já no Ambiente 2, a densidade total foi de 1.275 indivíduos.ha⁻¹ pertencentes a cinco espécies (Tab. 2). Para os Ambientes 1 e 2 da Área II, os resultados foram semelhantes, cujo remanescente sem invasão, a densidade total foi de 2.772 indivíduos.ha⁻¹, pertencentes a 15 espécies, já na área invadida, a densidade total foi de 1.042 indivíduos.ha⁻¹, pertencentes a sete espécies (Tab. 3). Percebe-se que a espécie *P. juliflora*, apresentou Frequência Absoluta de 100%, indicando uma distribuição homogênea por toda a extensão dos ambientes invadidos (Tab. 2; Tab. 3).

O valor de área basal obtido para os Ambiente 1 e 2 da Área I (3,779 m².ha⁻¹; 2,856 m².ha⁻¹) (Tab. 2) e da Área II (3,47 m².ha⁻¹; 2,096 m².ha⁻¹) (Tab. 3) é considerado muito baixo para a caatinga. Para indivíduos com DNS \geq 3 cm, que corresponde ao mesmo nível de inclusão adotado neste trabalho, Rodal *et al.* (1998) encontraram 6,04 m².ha⁻¹ em Buíque Pernambuco; Mendes e Castro (2003), encontraram 21,8 m².ha⁻¹ em um fragmento de caatinga arbórea em São José do Piauí, Piauí; e Pereira *et al.* (2002) estudando o componente arbustivo-arbóreo de um remanescente do bioma no Agreste Paraibano encontraram 7,8 m².ha⁻¹.

Ressalta-se a dificuldade de se encontrar fragmentos de caatinga em bom estado de conservação no contexto geográfico das áreas estudadas, devido à pressão antrópica exercida sobre os remanescentes. Uma das principais fontes de renda da população na região é a produção de materiais cerâmicos (IBGE 2000), que usa lenha como fonte de energia. Isto causa impactos tanto no solo quanto na vegetação, uma vez que promove o desmatamento para atender à demanda de lenha e dendroenergia. Portanto, a área de caatinga estudada nestes municípios, mesmo sendo a melhor que se pôde encontrar, reflete de maneira contundente os impactos dessa exploração, o que explica o valor de área basal abaixo dos padrões geralmente apresentados pelo bioma caatinga (Rodal *et al.* 1998; Mendes & Castro 2003; Pereira *et al.* 2003).

Com relação ao VI, observa-se que no ambiente invadido da Área I (Tab. 2), *P. juliflora* apresentou um valor muito elevado (245,22), com uma grande disparidade em relação às outras espécies. Este valor de VI para uma única espécie demonstra o desequilíbrio estabelecido pela invasora no ecossistema. Pegado *et al.* (2006), trabalhando com invasão desta mesma espécie no município de Taperoá, estado da Paraíba, também registraram VI muito alto (212,27). No Ambiente 1, as cinco espécies de maior Valor de Importância somaram 35,3%. Este valor, se comparado com o de *P. juliflora* (82% do VI total), revela a agressividade e o impacto que a espécie invasora está causando sobre a biota local. Na grande maioria dos trabalhos fitossociológicos realizados na caatinga, é comum encontrar valores de VI

Tabela 1. Abundância taxonômica por estágio ontogenético para os Ambientes 1 e 2 das áreas estudadas: Área I – município de Carnaúba dos Dantas, RN; Área II – município de Acari, RN.

Táxons	Área I		Área II	
	Ambiente 1	Ambiente 2	Ambiente 1	Ambiente 2
	Adultos			
Famílias	15	3	9	6
Gêneros	27	5	14	7
Espécies	34	5	15	7
	Regenerantes			
Famílias	17	5	8	7
Gêneros	28	6	11	9
Espécies	32	6	13	10

mais próximos dos encontrados no Ambiente I (Pereira *et al.* 2001; Lemos e Rodal 2002; Fabricante & Andrade 2007a; b).

Pode-se observar, novamente, que a espécie de maior predominância em todos os parâmetros fitossociológicos no ambiente invadido da Área II (Tab. 3), foi *P. juliflora*, que obteve 81,6% do VI total, seguida das espécies *T. aurea*, *C. flexuosa*, *C. jamararu*, *M. tenuiflora*, *J. molissima*, porém com grande discrepância no valor do índice. Dentre

as espécies que se fizeram presentes nos dois Ambientes, *C. jamararu*, *M. tenuiflora* e *J. malissima* são as que demonstram oferecer uma maior resistência à invasão por *P. juliflora*, visto que estas espécies estiveram presentes nas áreas de caatinga invadida nos municípios de Carnaúba dos Dantas e Acari, e também foram amostradas no trabalho de Pegado *et al.* (2006) e Andrade *et al.* (2008) em áreas invadidas por esta mesma espécie exótica, nos município de Monteiro, PB e Taperoá, PB respectivamente.

Tabela 2. Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas para os Ambientes 1 e 2 da Área I, organizados em ordem alfabética dos nomes das famílias, município de Carnaúba dos Dantas, RN: Número de indivíduos (Ni), Área Basal (ABi); Densidade Absoluta (DA); Freqüência Absoluta (FA); Dominância Absoluta (DoA); Valor de Cobertura (VC), Valor de Importância (VI).

Famílias/Espécies	Ni		ABi		DA		FA		DoA		VC		VI	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Anacardiaceae														
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	2	-	0,025	-	5	-	20	-	0,064	-	0,95	-	2,55	-
<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl.	1	-	0,001	-	2,5	-	10	-	0,002	-	0,16	-	0,96	-
Apocynaceae														
<i>Aspidosperma pyriforme</i> Mart.	4	-	0,054	-	10	-	20	-	0,136	-	1,99	-	3,59	-
Bignoniaceae														
<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore	3	-	0,167	-	7,5	-	30	-	0,418	-	4,85	-	7,25	-
Boraginaceae														
<i>Cordia globosa</i> (Jacq.) Kunth	1	-	0,001	-	2,5	-	10	-	0,002	-	0,16	-	0,96	-
Brassicaceae														
<i>Capparis flexuosa</i> L.	1	-	0,036	-	2,5	-	10	-	0,089	-	1,08	-	1,88	-
Burseraceae														
<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J. B. Gillett	34	-	0,726	-	85	-	70	-	1,816	-	23,98	-	29,58	-
Cactaceae														
<i>Cereus jamararu</i> DC.	1	9	0,005	0,087	2,5	22,5	10	30	0,014	0,219	0,28	5,06	1,08	21,72
<i>Pilosocereus gounellei</i> (Weber) Byl. et. Rowl.	33	1	0,227	0,004	82,5	2,5	90	10	0,567	0,011	10,62	0,38	17,82	5,93
Combretaceae														
<i>Combretum leprosum</i> Mart.	66	-	0,131	-	165	-	100	-	0,328	-	12,7	-	20,7	-
Euphorbiaceae														
<i>Cnidocolus phyllacanthus</i> (Müll. Arg.) Pax L. Hoffm.	2	-	0,086	-	5	-	10	-	0,215	-	2,55	-	3,35	-
<i>Croton sonderianus</i> Müll. Arg.	287	-	0,535	-	717,5	-	100	-	1,338	-	54,3	-	62,3	-
<i>Croton</i> sp.	3	-	0,001	-	7,5	-	10	-	0,004	-	0,46	-	1,26	-
<i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill	40	9	0,056	0,011	100	22,5	70	10	0,141	0,028	7,08	2,39	12,68	7,95
<i>Manihot glaziovii</i> Müll. Arg.	8	-	0,029	-	20	-	40	-	0,072	-	1,88	-	5,08	-
Fabaceae														
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	39	-	0,206	-	97,5	-	90	-	0,515	-	10,9	-	18,1	-
<i>A. glomerata</i> Benth.	1	-	0,001	-	2,5	-	10	-	0,001	-	0,15	-	0,95	-
<i>Aeschynemene sensitiva</i> Sw.	1	-	0,001	-	2,5	-	10	-	0,003	-	0,17	-	0,97	-
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell) Brenan	1	-	0,001	-	2,5	-	10	-	0,001	-	0,15	-	0,95	-
<i>Bauhinia cheilantha</i> (Borg.) Stend.	21	-	0,048	-	52,5	-	50	-	0,119	-	4,19	-	8,19	-
<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart. ex Tul.	1	-	0,021	-	2,5	-	10	-	0,052	-	0,69	-	1,49	-
<i>C. pyramidalis</i> Tul.	55	-	0,831	-	137,5	-	80	-	2,077	-	29,68	-	36,08	-
<i>Erythrina velutina</i> Willd.	3	-	0,03	-	7,5	-	30	-	0,076	-	1,23	-	3,63	-
<i>Lonchocarpus</i> sp.	3	-	0,002	-	7,5	-	10	-	0,005	-	0,47	-	1,27	-
<i>Mimosa cf. arenosa</i> (Willd.) Poir.	2	-	0,001	-	5	-	20	-	0,003	-	0,31	-	1,91	-
<i>M. tenuiflora</i> (Willd.) Poir.	26	9	0,149	0,015	65	22,5	60	30	0,373	0,037	7,59	2,51	12,39	19,18
<i>Mimosa</i> sp.	1	-	0,001	-	2,5	-	10	-	0,001	-	0,15	-	0,95	-
<i>Piptadenia viridiflora</i> (Kunth) Benth	25	-	0,052	-	62,5	-	70	-	0,131	-	4,88	-	10,48	-
<i>P. stipulacea</i> (Benth.) Ducke	1	-	0,002	-	2,5	-	20	-	0,005	-	0,19	-	1,79	-
<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	-	423	-	2,738	-	1057	-	100	-	6,845	-	189,66	-	245,22
<i>Senna georgica</i> H.S. Irwin & Barneby	26	-	0,015	-	65	-	40	-	0,038	-	4,04	-	7,24	-
<i>S. rizzini</i> H.S. Irwin & Barneby	6	-	0,034	-	15	-	20	-	0,085	-	1,74	-	3,34	-
Malvaceae														
<i>Pseudobombax marginatum</i> (St. Hill.) A. Robyns	2	-	0,001	-	5	-	20	-	0,001	-	0,28	-	1,88	-
Nyctaginaceae														
<i>Pisonia minor</i> Choisy	2	-	0,001	-	5	-	20	-	0,002	-	0,3	-	1,9	-
Rhamnaceae														
<i>Zizyphus joazeiro</i> Mart.	13	-	0,303	-	32,5	-	70	-	0,758	-	9,84	-	15,44	-
Total	715	451	3,779	2,856	1787	1127	1250	180	9,447	7,14	200	200	300	300

Análise da Estrutura do Estrato Regenerante

Quanto à regeneração natural do ambiente invadido da Área I, foram identificadas seis espécies sendo que *P. juliflora* apresentou a maior regeneração natural (78,44%), confirmando o seu comportamento invasor nos dois estádios analisados. As demais espécies presentes na caatinga invadida, como: *M. tenuiflora*, *J. molissima*, *P. gounellei* e *C. jamacaru* somaram apenas 21,56% da RNR (Tab. 4).

Na Área II, a análise da Regeneração Natural do Ambiente II, mostra que a espécie *P. juliflora* apresentou o mesmo comportamento observado anteriormente (Tab. 5). Nesta área, ocorreu o maior número de espécies (oito *taxa*) convivendo com *P. juliflora*, porém, participando estruturalmente, com pouca relevância, o que pode ser observado na RNR cujo valor representou apenas 34,3% da amostra. Essa constatação sugere que a *P. juliflora* continue dominando o conjunto florístico, já que o comportamento apresentado pela regeneração natural é quem determina as chances de sobrevivência e importantes para a perpetuação do táxon.

Para o Ambiente 1, as espécies que apresentaram os maiores valores de FRN foram: *C. sonderianus*, *P. gounellei*, *M. tenuiflora*, *C. pyramidalis* e *J. molissima*. Estas espécies também foram destaques no estrato adulto do presente estu-

do, e têm sido classificadas por diversos autores como sendo muito tolerantes a perturbações (Sampaio 1996; Sampaio *et al.* 1998; Drumond *et al.* 2002; Alcoforado-Filho *et al.* 2003; Andrade *et al.* 2005; Fabricante & Andrade 2007a; b), e mesmo assim, algumas delas não estavam presentes nos ambientes invadidos, o que sugere que os efeitos de *P. juliflora* são mais contundentes do que a própria ação antrópica, fator este, comum no Ambiente 1 das áreas amostradas.

Diversidade Florística e Impacto Ambiental de Exóticas

Os valores de H' foram maiores nas áreas de caatinga sem a presença de *P. juliflora*: Para a Área I foi de 2,74 para os adultos e de 1,96 para os regenerantes do Ambiente 1 e 0,88 e 0,16 respectivamente para os adultos e para a regeneração natural do Ambiente II. Na Área II, foi de 2,44 para os adultos e 1,83 para os regenerantes do Ambiente 1 e de 0,42 para os adultos e de 0,79 para a regeneração natural do Ambiente II. Os índices para o Ambiente 1 foram similares aos encontrados em outros estudos realizados no bioma (Araújo *et al.* 1995; Ferraz *et al.* 1998; Rodal *et al.* 1998; Pereira *et al.* 2002; Lemos & Rodal 2002; Alcoforado-Filho *et al.* 2003 e Farias e Castro 2004; Amorin *et al.* 2005; Fabricante & Andrade 2007a; 2007b),

Tabela 3. Parâmetros fitossociológicos dos indivíduos amostrados para os Ambientes 1 e 2 na Área II, organizados em ordem alfabética dos nomes das famílias, município de Acará, RN: Número de indivíduos (Ni), Área Basal (Abi); Densidade Absoluta (DA); Frequência Absoluta (FA); Dominância Absoluta (DoA); Valor de Cobertura (VC), Valor de Importância (VI).

Famílias/Espécies	Ni		Abi		DA		FA		DoA		VC		VI	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Apocynaceae														
<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart.	133	-	0,143	-	332,5	-	70	-	0,358	-	16,11	-	26,25	-
Bignoniaceae														
<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore	-	3	-	0,28	-	10	-	10	-	0,699	-	14,3	-	20,55
Brassicaceae														
<i>Capparis flexuosa</i> L.	2	5	0,005	0,007	5	7,5	10	10	0,013	0,017	0,33	1,05	1,78	7,3
Cactaceae														
<i>Cereus jamacaru</i> DC.	13	1	0,009	0,011	32,5	2,5	20	10	0,023	0,027	1,44	0,76	4,33	7,01
<i>Pilosocereus gounellei</i> (Weber) Byl. et. Rowl.	143	-	0,716	-	357,5	-	70	-	1,79	-	33,49	-	43,63	-
Chrysobalanaceae														
<i>Licania rigida</i> Benth.	3	-	0,077	-	7,5	-	30	-	0,192	-	2,48	-	6,83	-
Euphorbiaceae														
<i>Cnidioscolus phyllacanthus</i> (Müll. Arg.) Pax L. Hoffm.	9	-	0,02	-	22,5	-	50	-	0,051	-	1,4	-	8,65	-
<i>Croton sonderianus</i> Müll. Arg.	297	-	0,402	-	742,5	-	100	-	1,005	-	38,34	-	52,83	-
<i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill	96	1	0,395	0,001	240	2,5	70	10	0,987	0,001	20,01	0,26	30,16	6,51
Fabaceae														
<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart. ex Tul.	7	-	0,095	-	17,5	-	20	-	0,239	-	3,38	-	6,27	-
<i>C. pyramidalis</i> Tul.	95	-	0,126	-	237,5	-	70	-	0,315	-	12,19	-	22,34	-
<i>M. tenuiflora</i> (Willd.) Poir.	268	1	0,711	0,001	670	2,5	100	10	1,776	0,003	44,6	0,29	59,09	6,54
<i>P. stipulacea</i> (Benth.) Ducke	8	-	0,217	-	20	-	20	-	0,542	-	6,95	-	9,85	-
<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	-	406	-	1,797	-	1015	-	100	-	4,491	-	183,09	-	245,59
<i>Schrankia leptocarpa</i> DC.	26	-	0,206	-	65	-	30	-	0,515	-	8,27	-	12,62	-
Rhamnaceae														
<i>Zizyphus joazeiro</i> Mart.	8	1	0,328	0,001	20	2,5	20	10	0,819	0,001	10,15	0,24	13,04	6,49
Sapotaceae														
<i>Sideroxylon obtusifolium</i> (Humb. ex Roem. & Schult.) T.D. Penn.	1	-	0,027	-	2,5	-	10	-	0,068	-	0,87	-	2,32	-
Total	1109	418	3,47	2,096	2772	1042	690	160	8,693	5,239	200	200	300	300

que por sua vez são superiores aos obtidos para o Ambiente 2. Este fato demonstra o impacto causado pela invasora sobre as comunidades autóctones e corrobora as afirmações de Parker *et al.* (1999), Primental *et al.* (2000) e Ziller (2001), de que as espécies invasoras trazem sérias conseqüências ecológicas, além de alteração fisionômica da paisagem natural.

As espécies invasoras caracterizam-se por apresentar uma grande facilidade de adaptação aos ambientes onde

são introduzidas, passando a competir severamente com as espécies nativas (Ziller 2000; Ziller & Zalba 2007), e excluindo-as com certa facilidade. Estudando a cobertura vegetal de fisionomias da caatinga paraibana, Paes-Silva (2002), Pegado *et al.* (2006) e Andrade *et al.* (2008) também relataram o empobrecimento das sinúsias em conseqüência da substituição da flora nativa por *P. juliflora*.

Tabela 4. Parâmetros fitossociológicos dos indivíduos amostrados para os Ambientes 1 e 2 na Área I, organizados em ordem alfabética dos nomes das famílias, município de Carnaúba dos Dantas, RN: Freqüência Absoluta da Regeneração Natural (FARN); Densidade Absoluta da Regeneração Natural (DARN); Classe Absoluta de Tamanho da Regeneração Natural (CATRN); e Regeneração Natural Relativa (RNR%).

Famílias/Espécies	Ni		FARN		DARN		CATRN		RNR%	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Anacardiaceae										
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	1	-	10	-	2,5	-	55,24	-	0,41	-
<i>Spondias tuberosa</i> Arruda	-	1	-	10	-	2,5	-	38,77	-	2,11
Apocynaceae										
<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart.	2	-	20	-	5	-	52,35	-	0,78	-
Bignoniaceae										
<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore	91	-	10	-	227,5	-	1228,77	-	4,41	-
Boraginaceae										
<i>Cordia globosa</i> (Jacq.) Kunth	22	-	10	-	55	-	1215,38	-	2,1	-
Brassicaceae										
<i>Capparis flexuosa</i> L.	3	-	30	-	7,5	-	107,59	-	1,19	-
Burseraceae										
<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J. B. Gillett	3	-	20	-	7,5	-	78,52	-	0,83	-
Cactaceae										
<i>Cereus jamacaru</i> DC.	1	1	10	10	2,5	2,5	12,29	38,77	0,38	2,11
<i>Pilosocereus gounellei</i> (Weber) Byl. et. Rowl.	54	1	80	10	135	2,5	1769,93	58,27	5,97	2,14
Chrysobalanaceae										
<i>Licania rigida</i> Benth.	1	-	10	-	2,5	-	55,24	-	0,41	-
Combretaceae										
<i>Combretum leprosum</i> Mart.	59	-	90	-	147,5	-	2163,84	-	6,8	-
Euphorbiaceae										
<i>Croton sonderianus</i> Müll. Arg.	329	-	100	-	822,5	-	15975,2	-	27,83	-
<i>Croton</i> sp.	135	-	20	-	337,5	-	5653,85	-	9,96	-
<i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill	28	4	80	10	70	10	1041,36	213,58	4,48	2,65
<i>Manihot glaziovii</i> Müll. Arg.	1	-	10	-	2,5	-	55,24	-	0,41	-
<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	8	-	10	-	20	-	267,53	-	0,83	-
Fabaceae										
<i>A. riparia</i> Benth.	1	-	10	-	2,5	-	55,24	-	0,41	-
<i>Aeschynomene sensitiva</i> Sw.	2	-	20	-	5	-	38,46	-	0,77	-
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell) Brenan	8	-	10	-	20	-	253,65	-	0,81	-
<i>Bauhinia cheilantha</i> (Borg.) Stend.	46	-	30	-	115	-	1261,24	-	3,6	-
<i>Caesalpinia pyramidalis</i> Tul.	39	-	70	-	97,5	-	1279,02	-	4,72	-
<i>Lonchocarpus</i> sp.	2	-	20	-	5	-	110,49	-	0,83	-
<i>Mimosa cf arenosa</i> (Willd.) Poir.	7	-	20	-	17,5	-	285,61	-	1,14	-
<i>M. tenuiflora</i> (Willd.) Poir.	47	39	70	30	117,5	97,5	1836,76	2060,25	5,36	12,55
<i>Mimosa</i> sp.	3	-	30	-	7,5	-	107,59	-	1,19	-
<i>Piptadenia viridiflora</i> (Kunth) Benth	41	-	50	-	102,5	-	1615,48	-	4,4	-
<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	-	359	-	100	-	897,5	-	17448,4	-	78,44
<i>Senna spectabilis</i> (DC.) Irwin & Barneby	43	-	40	-	107,5	-	1683,02	-	4,19	-
Malvaceae										
<i>Pseudobombax marginatum</i> (St. Hill.) A. Robyns	4	-	20	-	10	-	162,84	-	0,94	-
Nyctaginaceae										
<i>Pisonia minor</i> Choisy	1	-	10	-	2,5	-	26,17	-	0,39	-
Polygonaceae										
<i>Triplaris gardneriana</i> Wedd.	9	-	30	-	22,5	-	351,85	-	1,6	-
Rhamnaceae										
<i>Zizyphus joazeiro</i> Mart.	4	-	30	-	10	-	133,77	-	1,25	-
Rubiaceae										
<i>Basanacantha spinosa</i> K. Schum.	2	-	10	-	5	-	110,49	-	0,49	-
Total	997	405	1000	170	1502,5	1012,5	31315,8	19858,5	100	100

Tabela 5. Parâmetros fitossociológicos dos indivíduos amostrados para os Ambientes 1 e 2 na Área II, organizados em ordem alfabética dos nomes das famílias, município de Acari, RN: Frequência Absoluta da Regeneração Natural (FARN); Densidade Absoluta da Regeneração Natural (DARN); Classe Absoluta de Tamanho da Regeneração Natural (CATRN); e Regeneração Natural Relativa (RNR%).

Famílias/Espécies	Ni		FARN		DARN		CATRN		RNR%	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Apocynaceae										
<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart.	73	-	40	-	182,5	-	3694,34	-	7,72	-
Arecaceae										
<i>Copernicia prunifera</i> (Mill.) H.E. Moore.	1	1	10	10	2,5	2,5	56,89	13,63	0,73	1,00
Bignoniaceae										
<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore	-	89	-	40	-	222,5	-	1764,45	-	8,74
Brassicaceae										
<i>Capparis flexuosa</i> L.	11	28	50	60	27,5	70	373,56	525,95	3,91	7,24
Cactaceae										
<i>Pilosocereus gounellei</i> (Weber) Byl. et. Rowl.	243	-	70	-	607,5	-	13642,8	-	22,52	-
Euphorbiaceae										
<i>Cnidioscolus phyllacanthus</i> (Müll. Arg.) Pax L. Hoffm.	1	-	10	-	2,5	-	40,33	-	0,72	-
<i>Croton sonderianus</i> Müll. Arg.	270	-	60	-	675	-	11215,95	-	21,08	-
<i>C. urticifolius</i> Lam.	91	26	40	40	227,5	65	4614,09	617,12	8,98	5,35
<i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill	21	-	50	-	52,5	-	1078,81	-	4,75	-
Fabaceae										
<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart. ex Tul.	11	14	20	20	27,5	35	329,73	415,27	1,92	2,81
<i>C. pyramidalis</i> Tul.	51	8	70	10	127,5	20	2321,81	109,05	7,96	1,35
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.	196	12	60	40	490	30	9804,53	422,68	17,55	4,65
<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	-	735	-	100	-	1837,5	-	30704,69	-	65,74
Ramnaceae										
<i>Zizyphus joazeiro</i> Mart.	2	3	20	20	5	7,5	97,22	88,98	1,44	2,10
Sapotaceae										
<i>Sideroxylon obtusifolium</i> (Humb. ex Roem. & Schult.) T.D. Penn.	1	1	10	10	2,5	2,5	56,89	29,66	0,73	1,02
Total	972	917	510	350	2430	2295,5	47326,9	34691,5	100	100

A baixa riqueza específica nos ambientes invadidos é ratificada também pelo índice de impacto ambiental de exóticas (IIAE), cujos valores obtidos para o Ambiente 2, foram -0,635 e -0,637 para as Áreas I e II respectivamente. Esses valores do IIAE foram mais expressivos do que os obtidos em estudos realizados em regiões notoriamente problemáticas da Europa (Genovesi 2005; Reaser *et al.* 2007), o que remete à necessidade de intervenção e controle imediato de *P. juliflora* na caatinga.

Estes resultados também vão de encontro às afirmações de Lima (2003), Blumenthal (2005) e Filgueiras (2005) de que regiões tropicais, a exemplo de grande parte do Brasil, são potencialmente mais suscetíveis a invasões biológicas, devido ao clima e ao substrato propícios à propagação de espécies com potencial invasor e, principalmente, porque os táxons alóctones estão livres de competidores, predadores e parasitas, apresentando, assim, vantagens fitofisiológicas competitivas em relação às espécies nativas.

Similaridade Florística

Segundo a análise de *Twinspan*, houve a formação de dois grupos entre os Ambientes: um formado pelos Ambientes invadidos, e o outro, pelos Ambientes de caatinga sem a presença de *P. juliflora*; e tres grupos entre as espécies: um formado por *taxa* que só ocorreram nos Ambientes de caatinga não invadida, outro com *P. juliflora* isolada, e um terceiro grupo de espécies, com aquelas de ocorrência mais ampla e, por consequência, as que

de certa forma ainda resistiram ao processo de invasão biológica de *P. juliflora* (Fig. 1). A divisão das amostras revelou a total dependência da presença ou ausência de *P. juliflora* para a formação dos grupos dos Ambientes e das espécies, o que converge novamente aos aspectos negativos que exerce a espécie sobre a fitodiversidade de áreas invadidas.

Os dados levantados e analisados revelam que *P. juliflora* reduz drasticamente a fitodiversidade do estrato adulto e da regeneração natural das comunidades invadidas. Não apenas os índices de diversidade são afetados, mas também os parâmetros estruturais das comunidades autóctones. As espécies *J. mollissima*, *C. jamararu*, *S. spectabilis*, *M. tenuiflora*, *Z. joazeiro*, *P. gounellei* e *C. flexuosa* demonstraram maior tolerância à invasão de *P. juliflora*, porém apresentaram populações muito pequenas, o que lhes confere poucas chances de continuar competindo com a espécie invasora.

A proliferação desta invasora na caatinga é uma constatação e os parâmetros avaliados, evidenciam os impactos que a invasora está causando sobre as espécies autóctones, integrantes do estrato arbustivo arbóreo da caatinga. Espera-se que estes resultados, possam subsidiar políticas de controle de *P. juliflora*, bem como fomentar outras pesquisas que visem identificar características ecológicas da invasora e das demais espécies, frente ao processo de contaminação biológica pelo táxon em questão.

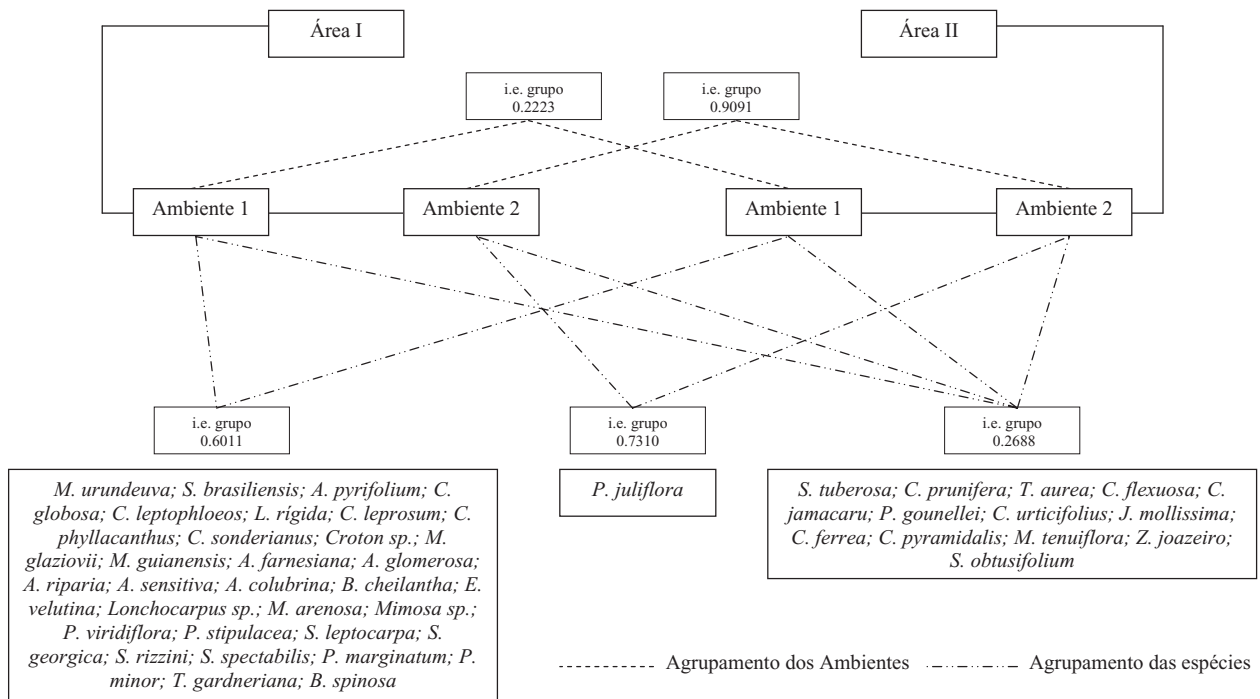


Figura 1. Grupos e respectivos autovalores, obtidos pela análise de Twispans (*Two Way Indicator Species Analysis*), para a distribuição das espécies nas Áreas e Ambientes estudados.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos proprietários das áreas estudadas; à equipe do Laboratório de Ecologia Vegetal da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), a Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, pelo fomento à pesquisa, e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudo do terceiro autor.

Referências bibliográficas

- Albuquerque, U.P.; Andrade, L.H.C. 2002. Conhecimento botânico tradicional e conservação em uma área de caatinga no estado de Pernambuco, nordeste do Brasil. *Acta Botanica Brasílica* 16 (3): 273-285.
- Alcoforado-Filho, F.G.A., Sampaio, E.V.B. & Rodal, M.J.N. 2003. Florística e fitossociologia de um remanescente de vegetação caducifolia espinhosa arbórea em Caruaru, Pernambuco. *Acta Botanica Brasílica* 17 (2): 287-303.
- Amorim, I.L., Sampaio, E.V.S.B. & Araújo, E.L. 2005. Flora e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea de uma área de caatinga do Seridó, RN, Brasil. *Acta Botanica Brasílica* 19 (3): 615-623.
- 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: 61-67.
- Andrade, L.A., Pereira I.M., Leite U.T. & Barbosa M.R.V. 2005. Análise da cobertura de duas fitofisionomias de caatinga, com diferentes históricos de uso, no município de São João do Cariri, estado da Paraíba. *Cernea* 11 (3): 253-262.
- Andrade-Lima, D. (1981) The caatingas dominium. *Revista Brasileira de Botânica* 4 (4): 149-153.
- APG - Angiosperm Phylogeny Group (2003) An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Botanical Journal of the Linnean Society* 141: 399-436.
- Araújo, E.L., Sampaio E.V.S.B., Rodal M.J.N. 1995. Composição florística e fitossociológica de três áreas de caatinga. *Revista Brasileira de Biologia* 55 (4): 595-607.
- Blumenthal, D. 2005. Interrelated causes of plant invasion. *Science* 310: 243-244.
- Braun-Blanquet, J. 1950. *Sociologia vegetal: estudo de las comunidades vegetales*. Buenos Aires: Acme. 44p.
- Brummitt, R.K., Powell, C.E. 1992. *Authors of plant names*. Kew: Royal Botanic Gardens.
- CIENTEC - Consultoria e Desenvolvimento de Sistemas Ltda. 2002. **Mata Nativa – Sistema para análise fitossociológica e elaboração de planos de manejo de florestas nativas**. São Paulo.
- Drumond, M.A., Kiill, L.H.P., Nascimento, C.E.S. 2002. **Inventário e sociabilidade de espécies arbóreas e arbustiva da Caatinga na Região de Petrolina, PE**. Brasil Florestal 74: 37-43.
- Elfadl, M.A.; Luukkanen, O. 2004. Effect of pruning on *Prosopis juliflora*: considerations for tropical dryland agroforestry. *Journal of Arid Environments* 53: 441-455.
- Fabricante, J.R.; Andrade, L.A. 2007a. Relações Sinecológicas da Faveleira – *Cnidoscolus phyllacanthus* (Mull. Arg.) Pax & L. Hoffm. - na Caatinga. In: *Ecologia da Faveleira na Caatinga: Bases para a Exploração como Lavoura Xerófila* (Org. Andrade, L.A.). Campina Grande, PB: Impressos Adilson, pp.1-132.
- Fabricante, J.R.; Andrade, L.A. 2007b. Análise estrutural de um remanescente de caatinga no Seridó Paraibano. Rio de Janeiro, *Oecologia Brasiliensis* 11 (3): 341-349.
- Farias, R.R.S.; Castro, A.A.J.F. 2004. Fitossociologia de trechos da vegetação do Complexo do Campo Maior, Campo Maior, PI, Brasil. *Acta Botanica Brasílica* 18 (4), 949-963.
- Ferraz, E.M.N.; Rodal, M.J.N., Sampaio E.V.S.B., Pereira R.C.A. 1998. Composição florística em trechos de vegetação de caatinga e brejo de altitude na região do Vale do Pajeú, Pernambuco. *Revista Brasileira de Botânica* 21 (1): 7-15.
- Filgueiras, T.S. 2005. Asiáticas no Brasil: Gramíneas (Poaceae) introduzidas da Ásia. *Eugeniana* 28: 3-18.
- Finol, U.H. 1971. Nuevos parámetros a considerarse en el analisis estructural de las selvas virgens tropicales. *Revisita Forestal Venezolana* 14 (21): 337-1144.
- Forman, R.T.T. 1997. **Land mosaics: the ecology of landscapes and regions**. Cambridge: University Press, 605p.
- Genovesi, P. 2005. Eradications of invasive alien species in Europe: a review. *Biological Invasions* 7: 127-133.
- Hill, M.O., Bunce, R.G.H., Shaw, M.W. 1975. Indicator species analysis, a divide polythetic method of classification and its application to a survey of native pinewoods in Scotland. *Journal of Ecology* 63: 597-613.

- IBGE. 1992. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro. (Série manuais Técnicos em Geociências, 1). 92p.
- IBGE. 2000. **Indicadores de desenvolvimento sustentável**: Brasil, Rio de Janeiro.
- Kent, M.; Coker, P. 1999. **Vegetation Description and Analysis: a practical approach**. Chichester: John Wiley & Sons, 363p.
- Lamprecht, H. 1964. Rnsayo sobre la estructura florística de la parte Sul-Oriental del bosque universitario: "El Caimital", Estado Barinas. Venezuela. **Venezuela** 7 (10/11): 77-119.
- 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.
- Lemos, J.R.; Rodal, M.J.N. 2002. Fitossociologia do componente lenhoso de um trecho da vegetação de caatinga no parque nacional serra de capivara, Piauí, Brasil. **Acta Botanica Brasílica** 16 (1): 23-42.
- Lima, L. 2003. Espécies invasoras. **Revista Galileu** 145: 45-56.
- Margalef, R. 1994. Dynamics aspects of diversity. **Journal of Vegetation Science** 5 (4): 451-456.
- Matteucci, S.D.; Colma, A. 1982. **Metodología para el estudio de la vegetación: Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico**. Washington: 168p.
- McCune, B. 1997. **PCOrd**. Glenden Beach, Oregon: MjM Software.
- Mendes, B.V. 1989. **Potencialidades de utilização da algarobeira (*Prosopis juliflora* (Sw) DC) no semi-árido brasileiro**. Mossoró: Coleção Mossoroense, 1 (3).
- Mendes, M.R.A.; Castro, A.A.J. 2003. **Fitossociologia de um fragmento de caatinga arbórea, São José do Piauí, Piauí**. VI Congresso de Ecologia do Brasil, Fortaleza, 341p.
- MMA – Ministério do Meio Ambiente. 2002. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da caatinga**. Brasil: Universidade Federal de Pernambuco, Fundação de apoio ao desenvolvimento, Fundação Biosiversitas, EMBRAPA/ Semi-Árido, MMA/SBF, 36p.
- Mueller-Dombois, D.; Ellemberg, H. 1974. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley & Sons, 547p.
- MVSP/Plus. 1998. **Multi-vari statistical package**. Versão 3.1. Kovach Computing Services.
- Nascimento, C.E.S.; Rodal, M.J.N.; Cavalcanti, A.C. 2003. Phytosociology of the remaining xerophytic woodland associated to an environmental gradient at the banks of the São Francisco river - Petrolina, Pernambuco, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica** 26 (3): 271-287.
- Noble, I.R. 1989. Attributes of invaders and the invading process: terrestrial and vascular plants. Pp. 301-313. In: Drake J.A., Mooney H.A., Castri F., Groves R.H., Kruger F.J., Rejmanek M., Williamson M.H. (eds.). **Biological invasions: a global perspective**. Wiley, Chichester.
- Oliveira, M.R.; Osvaldo Chiavone-Filho; Rodrigues, J.M.E.; Medeiros, J.T.N. 1999. Estudo das Condições de Cultivo da Algaroba e Jurema Preta e Determinação do Poder Calorífico. **Ciência e Tecnologia**, São Paulo, v. 7, p. 93-104.
- Paes-Silva, A.P. 2002. **Cobertura vegetal da Bacia Hidrográfica do açude namorado no Cariri paraibano**. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água). Areia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, 76p.
- 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.
- Pegado, C.M.A.; Andrade, L.A.; Félix, 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 (4): p.887-898.
- Pereira, I.F.; Andrade, L.A.; Costa, J.R.M.; Dias, J.M. 2001. Regeneração natural em um remanescente de caatinga sob diferentes níveis de perturbação, no Agreste Paraibano **Acta Botanica Brasílica** 15 (3): 413-426.
- Pereira, I.M.; Andrade, L.A.; Barbosa, M.R.; Sampaio, E.V.S.B. 2002. Composição florística e análise fitossociológica do componente arbustivo-arbóreo de um remanescente florestal no Agreste Paraibano. **Acta Botanica Brasílica** 16 (3): 241-369.
- Pereira, I.M.; Andrade, L.A.; Sampaio, E.V.S.B.; Barbosa, M.R.V. 2003. Use history effects on structure and flora of caatinga. **Biotropica** 35 (2): 154-165.
- Primental, D.; Lach, L.; Zuringa, R.; Morrison, D. 2000. Environmental and economic costs on indigenous species in the United States. **Bioscience** 50: 53-65.
- Pujadas, J. 2001. **Land-use and socio-economic correlates of plant invasions in European and North African countries**. Centre de Recerca Ecológica i Aplicacions Forestals, Universitat Autònoma de Barcelona.
- Pysek, P. 1995. On the terminology used in plant invasion studies. In: Plant invasions: general aspects and special problems. (Pysek P.K., Prach M., Rejmanek, Wade M. - eds.). SPB, Amsterdam, pp.71-81.
- 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 (2): 98-111.
- Rejmanek, M.; Richardson, D.M. 1996. What attributes make some plant species more invasive? **Ecology** 77 (6): 1655-1661.
- Ribaski, J. 1987. Comportamento da algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw) DC) e do capim-búfel (*Centhrus ciliaris* L.) em plantio consorciado, na região de Petrolina-PE. I Simpósio Brasileiro sobre Algaroba Mossoró: (Coleção Mossoroense). **Revista da Associação Brasileira de Algaroba**. 1 (2): 171-226, p. 358, série C.
- Rizzini, C.T. 1997. **Tratado de fitogeografia do Brasil**. 2ª ed. Âmbito Cultural Edições Ltda., Rio de Janeiro.
- Rodal, M.J.N.F.; Sampaio, E.V.S.B.; Figueiredo, M.A. 1992. **Manual sobre métodos de estudos florísticos e fitossociológicos: ecossistema caatinga**. Brasília. Sociedade Botânica do Brasil, Brasília.
- Rodal, M.J.N.; Andrade, K.V.A.A.; Sales, M.F.; Gomes, A.S. 1998. Fitossociologia do componente lenhoso de um refúgio vegetacional no Município de Buíque, Pernambuco. **Revista Brasileira de Biologia** 58 (3): 517-526.
- Roy, J. 1990. In search of the characteristics of plant invaders. Pp.335-352. In: Castri F., Hansen A.J., Debussche M. (eds.). **Biological invasions in Europe and the Mediterranean Basin**. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.
- Sampaio, E.V.S.B. 1996. Fitossociologia. In: Sampaio, E.V.S.B.; Mayo, S.J & Barbosa, M.R.V. (Eds.). **Pesquisa Botânica do Nordeste: Progresso e perspectivas**. Recife: Sociedade Botânica do Brasil.
- Sampaio, E.V.S.B.; Araújo, E.L. de.; Salcedo, I. H. & Tiessen, H. 1998. Regeneração da vegetação de Caatinga após corte e queima, em Serra Talhada, PE. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 33(5): 621-632.
- 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 (4): 29-38.
- Shannon, C.E.; Weaver, W. 1949. **The Mathematical Theory of Communication**. Urbana: University Illinois Press.
- 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.
- Sneath, P.H.A.; Sokal, R.R. 1973. **Numerical taxonomy**. San Francisco: Freeman.
- Whittaker, R.H. 1984. **Classification of Plant Communities**. Boston: Kluwer Academic Publishers Group, 408p.
- Williamson, M.; Fitter, A. 1996. The characters of successful invaders. **Biological Conservation** 78: 163-170.
- Woitke, M.; Dietz, H. 2002. **Shifts in dominance of native and invasive plants in experimental patches of vegetation**. Julius-von-Sachs-Institute of Biosciences, Würzburg University, Germany, 12-15.
- Ziller, S.R. 2001. Plantas exóticas invasoras: a ameaça da contaminação biológica. **Ciência Hoje** 30 (178): 77-79.
- Ziller, S.R. 2000. **A Estepe Gramíneo-Lenhosa no segundo planalto do Paraná: diagnóstico ambiental com enfoque à contaminação biológica**. Tese de doutoramento. 268p. Tese (Doutorado em Ciências da Natureza) Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- Ziller, S.R.; Zalba, S. 2007. Propostas de ação para prevenção e controle de espécies exóticas invasoras. **Natureza & Conservação** 5 (2): 8-15.