

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

Cláudia Maria Alves Pegado^{1,5}, Leonaldo Alves de Andrade², Leonardo Pessoa Félix³ e Israel Marinho Pereira⁴

Recebido em 31/10/2005. Aceito em 18/05/2006

RESUMO – (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). A contaminação biológica é uma das principais causas da perda de biodiversidade atualmente no planeta. Este trabalho teve como objetivo avaliar os impactos causados pela invasão biológica de *Prosopis juliflora* sobre a composição e a estrutura do componente arbustivo-arbóreo da caatinga, tanto no estrato adulto quanto na regeneração natural. Foram plotadas 20 parcelas de 400 m², sendo 10 em um remanescente de caatinga bem conservada (Ambiente I) e 10 em uma área de caatinga invadida por *P. juliflora* (Ambiente II). A área invadida apresentou-se muito mais pobre em relação à primeira, em todos os parâmetros avaliados. Os impactos causados pela invasora foram sentidos tanto na estrutura, quanto na diversidade biológica da comunidade. A Densidade Relativa de *P. juliflora* no estrato adulto da área invadida atingiu cerca de 90%, o que reflete a sua capacidade de competição e eliminação das demais espécies. O índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') apresentou os valores de 2,81 e 0,61 para o componente adulto dos Ambientes I e II, respectivamente. Para a regeneração natural os valores desse índice foram de 2,31 e 1,14 para os mesmos Ambientes. Conclui-se que *P. juliflora* forma densos maciços populacionais e compete com as espécies nativas, afetando severamente a composição florística, a diversidade e a estrutura das comunidades autóctones invadidas.

Palavras-chave: contaminação biológica, *Prosopis juliflora*, perda de biodiversidade, caatinga

ABSTRACT – (Effects of the biological invasion of algaroba - *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. on composition and structure of the shrub-tree stratum of the caatinga in Monteiro Municipality, Paraíba State, Brazil). Biological contamination is currently one of the main causes of biodiversity loss on the planet. The aim of this study was to evaluate the impacts caused by *P. juliflora* invasion on caatinga phytodiversity in Monteiro Municipality, in both the adult stratum and natural regeneration. Twenty plots of 400 m² were set up, 10 in a conserved caatinga fragment (Environment I) and 10 in a caatinga area invaded by *P. juliflora* (Environment II). The invaded area was much poorer in relation to the conserved area for all parameters investigated. The impacts caused by the alien species were felt in structure as well in community biological diversity. The relative density of *P. juliflora* in the adult stratum of the invaded area was ca. 90%, which reflects its capacity to compete and eliminate other species. The Shannon-Weaver diversity index (H') had values of 2.81 and 0.61 for the adult component of Environments I and II, respectively. For natural regeneration, this index was 2.31 and 1.14 for the same sites. It was concluded that *P. juliflora* forms dense populations that grow along with native species, severely affecting the floristic composition, diversity and structure of autochthonous communities

Key words: biological contamination, *Prosopis juliflora*, biodiversity loss, caatinga

Introdução

Grande parte do Estado da Paraíba encontra-se sob o domínio das caatingas. Estas são regiões marcadas pela concentração das precipitações pluviométricas em um curto período de tempo, quase sempre inferior a três meses do ano, estando os demais meses sob condição de elevado déficit hídrico e forte insolação (Andrade *et al.* 1999).

Historicamente as secas têm sido apontadas como a causa dos grandes problemas do semi-árido, embora se saiba que estas apenas agravam as seqüelas ecos-sociais da região. Na busca de soluções para estes problemas, tem-se recorrido às mais diversas estratégias a maioria delas, porém, pautaram-se na importação de modelos, tecnologias e ou insumos que, posteriormente, se mostraram inadequados.

¹ Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Av. Juarez Távora 1557, Expedicionários, 58040-021 João Pessoa, PB, Brasil

² Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Laboratório de Ecologia Vegetal, 58397-000 Areia, PB, Brasil (landrade@cca.ufpb.br)

³ Universidade Federal da Paraíba, Laboratório de Botânica, 58397-000 Areia, PB, Brasil (lpfelig@hotmail.com)

⁴ Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG (imarinhopereira@gmail.com)

⁵ Autor para correspondência: (alvespegado@yahoo.com.br)

Como decorrência dessa política, o bioma caatinga enfrenta atualmente mais um grave problema que é a invasão de algaroba - *Prosopis juliflora* (Sw) DC. Segundo Silva (1997), não se sabe a origem da *P. juliflora*, contudo, a espécie ocorre em regiões áridas e semi-áridas dos continentes Asiático, Africano e Americano. Esta espécie foi introduzida no semi-árido nordestino no início da década de 40 (Gomes 1961; Azevedo 1982), tendo sido apresentada e difundida como uma promissora alternativa econômica, haja vista sua adaptação em diversas regiões semi-áridas do mundo e por ser ela, uma espécie de uso múltiplo, produtora de lenha, madeira, forragem e outros produtos. Não obstante essas qualidades, a falta de manejo adequado, a adaptação regional da espécie, a facilidade de dispersão promovida pelos rebanhos, dentre outros fatores, transformaram em problema o que pretendia ser uma solução. A espécie foi sendo disseminada e se estabeleceu em determinados sítios da caatinga, ocupando grandes extensões de terras em praticamente todos os estados do Nordeste. Os sítios preferenciais da invasora são as áreas de matas ciliares, as manchas de Neossolos Flúvicos e as baixadas sedimentares, onde se formam maciços populacionais de alta densidade (L.A. Andrade, observação pessoal).

Ao contrário de muitos problemas ambientais que geralmente tendem a se amenizar com o decorrer do tempo, a contaminação biológica se multiplica ou se expande, causando impactos de longo prazo, não permitindo que os ecossistemas afetados se recuperem naturalmente (Westbrooks 1998). A invasão biológica é caracterizada quando um organismo ocupa, desordenadamente, um espaço fora de sua área de dispersão geográfica. É frequentemente relacionada à influência do ser humano, intencional ou não, como também a processos naturais. Depois de estabelecido, o organismo, pode expandir-se aos habitats circunvizinhos, podendo ocasionar grandes perdas econômicas e/ou biológicas, pela extinção ou perturbação da biota nativa. As espécies invasoras geralmente afetam a estrutura das comunidades e/ou a funcionalidade dos ecossistemas (Williamson 1996). Segundo Parker *et al.* (1999) as invasões biológicas podem causar impactos em diversos níveis, incluindo efeitos sobre os indivíduos (morfologia, comportamento, mortalidade, crescimento), efeitos genéticos (alteração de padrões de fluxo gênico, hibridização), efeitos sobre a dinâmica de populações (abundância, crescimento populacional, extinção), sobre a comunidade (riqueza de espécies, diversidade, estrutura trófica) e sobre

processos do ecossistema (disponibilidade de nutrientes, produtividade, regime de perturbações).

De acordo com Ziller & Galvão (2002) e Randall (1996), a grande maioria dos países carece tanto de registros como de medidas de prevenção e controle de espécies invasoras, requerendo coleta e organização de dados para retratar a situação atual e para estabelecer prognósticos sobre o problema. Este seria exatamente o caso do Brasil, que sofre com o problema, mas que ainda não se conhece suas reais dimensões (S.R. Ziller, dados não publicados). Para a América do Sul, ainda existem poucos registros de plantas invasoras em ambientes florestais (Cronk & Fuller 1995), provavelmente em decorrência de escassez de estudos com este enfoque direto (Pivello *et al.* 1999).

Em se tratando do bioma caatinga, é notória a escassez de informações científicas relativas até mesmo a abordagens mais básicas como, por exemplo, a sucessão ecológica, a estrutura fitossociológica das diferentes fisionomias, a dinâmica de regeneração, dentre outras. Em se tratando do tema invasão biológica, muito pouco foi estudado até o presente na caatinga, não obstante a gravidade do problema, particularmente causado por espécies introduzidas pelo homem, como foi o caso de *P. juliflora*. A caatinga vem sendo largamente substituída pelo sistema agropastoril, cujo modelo tem se revelado insustentável, causando sérios danos à ecologia e à sócio-economia de vastas áreas do interior nordestino, tais como o empobrecimento da biota, a degradação física dos solos e a desertificação (Brasil 1991; 2002; Sampaio *et al.* 2003).

Este estudo teve como objetivo avaliar os impactos causados pela invasão de *P. juliflora* sobre a composição e a estrutura do componente arbustivo-arbóreo da caatinga, tanto no estrato adulto quanto na regeneração natural, em Monteiro, Paraíba. Pretende-se com isto ampliar os conhecimentos sobre o comportamento da caatinga afetada pelo problema em análise, subsidiar a ações conservacionistas e orientar políticas públicas voltadas para o controle de *P. juliflora* no referido bioma.

Material e métodos

O município de Monteiro está localizado na microrregião do Cariri Ocidental do Estado da Paraíba, ocupa uma área de 1.052 km² e apresenta uma altitude em torno de 600 m. O clima é do tipo Bsh (semi-árido quente), segundo a classificação de Köppen, com

precipitação pluviométrica média anual em torno dos 400 mm. As médias de temperatura nunca são inferiores a 24 °C (Brasil 1971).

Para a realização deste trabalho foram selecionadas duas áreas de caatinga, assim descritas: Ambiente I = remanescente de caatinga arbórea em bom estado de conservação e sem a presença de *P. juliflora*. Situado às margens do rio Paraíba (7°53'69" S; 37° 8'67" W), os solos predominantes são os Neossolos Flúvicos e a altitude local é de 621 m. Este remanescente (30 ha), não sofreu corte raso pelo menos nos últimos 40 anos, embora haja relatos de que a área já tenha sido usada com agricultura, passando posteriormente a ser usada com pecuária extensiva, uso este que permanecia até à realização deste trabalho. O porte das árvores registradas no local valida o histórico levantado junto aos moradores das imediações. Ambiente II = Área de caatinga invadida (30 ha), por *P. juliflora*, contígua à área anterior e situada na mesma posição topográfica anteriormente descrita. Apresenta também os Neossolos Flúvicos como classe de solos predominante, haja vista que se localiza igualmente às margens do rio Paraíba (7°53'36" S; 37°8'36" W), apresentando 615 m de altitude e, tal qual o Ambiente I, apresenta topografia plana. Esta área foi usada com agricultura durante mais de 40 anos e acerca de 20 anos foi abandonada quando, provavelmente, teve início a invasão de *P. juliflora*. Atualmente, a intensidade da invasão é variável de um ponto para outro, mas a espécie invasora já domina toda a área. Existem núcleos com indivíduos jovens e adultos altamente adensados e locais onde estes ocorrem em menor densidade, dividindo espaços com a pecuária extensiva de caprinos e bovinos.

Em cada ambiente foram distribuídas aleatoriamente 10 parcelas de 8×50 m, nas quais foi efetuado o inventário, tanto dos indivíduos adultos quanto dos regenerantes. Para efeito desta estratificação, considerou-se como adultos os indivíduos com diâmetro ao nível do solo (DNS) maior ou igual a 3 cm e altura maior ou igual a 1 m (Rodal *et al.* 1992), para o bioma caatinga. Como regenerantes, foram considerados todos os indivíduos que apresentavam diâmetro ao nível do solo (DNS) inferior a 3 cm, independente da altura. Esta categoria de indivíduos foi hierarquizada nas seguintes classes de altura, conforme adaptação de Finol (1971): Classe I - indivíduos com altura variando de 0,10 a 0,30 m; Classe II - indivíduos com altura > 0,30 a 1,50 m; Classe III - indivíduos com altura > 1,5 a 3,0 m e Classe IV - indivíduos com altura superior a 3,0 m, mas que

apresentavam diâmetro ao nível do solo inferior a 3 cm. A identificação das espécies foi feita com base em material fértil coletado e comparação com material de herbário.

Para descrever a estrutura das comunidades arbóreas, foram calculados os parâmetros fitossociológicos clássicos: densidades, frequências e dominâncias absolutas e relativas, valor de importância e valor de cobertura (Curtis & Macintosh 1951; Lamprecht 1962; 1964; Muller-Dombois & Elleberg 1974; Mateucci & Colma 1982; Kent & Coker 1999). Foram calculados, para cada ambiente, o índice de diversidade de Shannon, H' e a equabilidade de Pielou, J' (Krebs 1989) em base logarítmica natural (Brower & Zar 1984). Os valores do índice de diversidade de Shannon dos dois ambientes foram comparados pelo teste de t de Hutcheson (Zar 1996).

Foi realizada também, uma análise de agrupamento das vinte parcelas usadas neste estudo, baseando-se na composição de sua flora de adultos e regenerantes, com uso do programa PC-ORD, versão 4,0 (McCune & Mefford 1999). A medida de similaridade florística empregada na análise de agrupamento foi o índice de Jaccard (Brower & Zar 1984) e o método de agrupamento foi o das médias não ponderadas (UPGMA).

Resultados e discussão

Composição e Diversidade – Neste estudo foram inventariados, 971 indivíduos abustivo-arbóreos adultos e 1.233 indivíduos regenerantes. O Ambiente I apresentou 475 indivíduos adultos, pertencentes a 25 famílias, 29 gêneros e 35 espécies. No Ambiente II foram amostrados 496 indivíduos, pertencentes a 11 famílias, 16 gêneros e 16 espécies. Já para a categoria de regenerantes, foi registrada no Ambiente I a presença de 382 indivíduos, pertencentes a 18 famílias, 23 gêneros e 23 espécies. No Ambiente II foram inventariados 851 indivíduos, distribuídos em 13 famílias, 19 gêneros e 19 espécies.

Considerado apenas o Ambiente II, observou-se que, dos 496 indivíduos adultos ali registrados, 441 pertenciam à espécie *P. juliflora*, o que representa aproximadamente, 89% do total de indivíduos amostrados. Em relação aos regenerantes, a participação desta espécie no conjunto dos indivíduos desta categoria foi de, aproximadamente, 73%, o que é uma densidade relativa também muito alta. Assim, constata-se uma dominância acentuada em relação à abundância de indivíduos, tanto para o estrato adulto

como para os regenerantes. Diante destes resultados, fica evidente a agressividade de *P. juliflora*, a qual está caracterizada como uma espécie invasora que domina os ambientes colonizados e reduz drasticamente a participação das espécies nativas, seja eliminando-as por competição, seja impedindo que muitas delas se estabeleçam.

Em relação ao número de espécies, constata-se que o Ambiente I apresentou valores muito superiores àqueles encontrados no Ambiente II. Convém ressaltar

que os números de espécies registrados em outros estudos realizados no bioma caatinga variam de 22 a 55 espécies (Araújo *et al.* 1995; Rodal *et al.* 1998; Ferraz *et al.* 1998; Drumond *et al.* 2002; Alcoforado Filho *et al.* 2003; Pereira *et al.* 2002). Estes resultados evidenciam que a presença de *P. juliflora*, interfere de forma severa, no processo de estabelecimento e de colonização das espécies nativas.

Das 49 espécies registradas nos dois Ambientes (Tab. 1), 23 (48,97%) foram encontradas tanto no

Tabela 1. Relação das espécies arbóreas registradas nos dois Ambientes de caatinga, com e sem invasão de *P. juliflora* (Sw.) DC., no Município de Monteiro, PB. As espécies estão organizadas em ordem alfabética das famílias.

Família / Espécie	Nome vulgar	Registro no herbário
ANACARDIACEAE		
1. <i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl.	baraúna	9670
2. <i>Myracrodruon urundeuva</i> Allem.	aroeira	9669
APOCYNACEAE		
3. <i>Aspidosperma pyriforme</i> Mart.	pereiro	9712
ACANTACEAE		
4. <i>Ruellia</i> sp.	-	9692
BORAGINACEAE		
5. <i>Cordia globosa</i> (Jacq.) H.B.F.	moleque-duro	9706
CELASTRACEAE		
6. <i>Maytenus rigida</i> Mart.	bom-nome	9671
COMBRETACEAE		
7. <i>Combretum pisonioides</i> Taub.	sipaúba	9689
CACTACEAE		
8. <i>Cereus jamacaru</i> DC.	mandacaru	9702
9. <i>Arrojadoa rhodantha</i> (Guerke) Br. & Rose	rabo-de-raposa	9715
10. <i>Pilosocereus gounellei</i> (Weber) Byl. & Rowl.	xique-xique	9716
CAESALPINACEAE		
11. <i>Senna spectabilis</i> (DC.) Irwin & Barneby	canafístula	9674
12. <i>Caesalpinia pyramidalis</i> Tul.	catingueira	9686
13. <i>Caesalpinia leiostachya</i> (Benth.) Ducke	pau-ferro, jucá	9677
14. <i>Caesalpinia ferrea</i> Mart. ex Tul.	jucá	9696
15. <i>Amburana cearensis</i> (M. Allemão) A.C. Smith	pau-açú	9711
CAPPARACEAE		
16. <i>Cleome spinosa</i> L.	mussambê	9707
17. <i>Capparis flexuosa</i> L.	feijão-bravo	9683
EUPHORBIACEAE		
18. <i>Jatropha pohliana</i> Muell. Arg.	pinhão	9713
19. <i>Croton sonderianus</i> Muell. Arg.	marmeleiro	9705
20. <i>Croton</i> sp. 1	-	9678
ERYTHROXYLACEAE		
21. <i>Erythroxylum simonis</i> Plowman	guarda-orvalho, piranha	9693
FLACOURTIACEAE		
22. <i>Casearia guianensis</i> Urb.	café-bravo	9672
MYRTACEAE		
23. <i>Myrcia</i> sp.	canela-de-veado	9675
MIMOSACEAE		
24. <i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	angico	9667
25. <i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) D.C.	algaroba	9665
26. <i>Chloroleucon foliolosum</i> (Benth.) J.P. Lewis	jurema-branca	9697
27. <i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir	jurema-de-imbira	9698
28. <i>Mimosa hostilis</i> Benth.	jurema-preta	9699

continua

Tabela 1 (continuação)

Família / Espécie	Nome vulgar	Registro no herbário
29. <i>Piptadenia zehntneri</i> Harms	angico-monjolo	9668
MALVACEAE		
30. <i>Abutilon</i> sp.	-	9676
31. <i>Malvestarum scaberum</i> Jaccke.	-	9691
PAPILONACEAE		
32. <i>Lonchocarpus campestris</i> Benth.	rabo-de-cavalo	9690
33. <i>Erythrina velutina</i> Willd.	mulungu	9708
34. <i>Indigofera suffruticosa</i> Mill.	anil	9666
RUBIACEAE		
35. <i>Tocoyena formosa</i> Schum.	jenipapo-bravo	9694
36. <i>Guettarda platypoda</i> DC.	angélica	9679
RHAMNACEAE		
37. <i>Zizyphus joazeiro</i> Mart.	juazeiro	9695
38. <i>Rhamnidium molle</i> Reissek.	-	9681
RUTACEAE		
39. <i>Zanthoxylum hiemale</i> A. St.-Hil.	limão-bravo	9701
SAPOTACEAE		
40. <i>Sideroxylon obtusifolium</i> (Roem. & Schult.) Penn.	quixabeira	9714
STERCULIACEAE		
41. <i>Helicteris erchleri</i> K. Schum.	-	9682
42. <i>Melochia tomentosa</i> L.	maria-preta	9704
SOLANACEAE		
43. <i>Solanum paniculatum</i> L.	jurubeba	9700
44. <i>Nicotiana glauca</i> Grah.	oliveira	9710
VERBENACEAE		
45. <i>Lantana camara</i> L.	camará, chumbinho	9673
46. <i>Vitex gardnerianum</i> Schauer	-	9680
47. indeterminada 1	chorão	9685
48. indeterminada 2	pau-caixão	9688
49. indeterminada 3	-	9717

estrato adulto, quanto na regeneração. Estas espécies são as seguintes: *Arrojadoa rhodantha*, *Anadenanthera colubrina*, *Cordia globosa*, *Combretum pisonioides*, *Cereus jamacaru*, *Capparis flexuosa*, *Caesalpinia pyramidalis*, *Caesalpinia ferrea*, *Croton sonderianus*, *Casearia guianensis*, *Jatropha pohliana*, *Lantana camara*, *Mimosa hostilis*, *Nicotiana glauca*, *Prosopis juliflora*, *Ruellia* sp., *Rhamnidium molle*, *Schinopsis brasiliensis*, *Senna spectabilis*, *Sideroxylon obtusifolium*, *Solanum paniculatum*, *Zanthoxylum hiemale* e *Zizyphus joazeiro*.

Embora situadas muito próximas e em condições ambientais análogas, os dois Ambientes apresentaram-se como conjuntos distintos, tanto em relação à composição de adultos, quanto à regeneração natural, conforme revelou a análise de agrupamento. O dendrograma de similaridade mostrou claramente a formação de dois grandes grupos: o primeiro formado pelas parcelas 1A a 10A, corresponde ao Ambiente I e o outro, formado pelas parcelas 1B a 10B,

correspondente ao Ambiente II (Fig. 1).

Os resultados mostram que tanto a regeneração natural quanto o componente adulto do Ambiente II, apresentaram composição florística muito pobre, o que se explica pela grande abundância da *P. juliflora*. A proliferação de *P. juliflora* na caatinga é uma constatação, porém as conseqüências desse problema não são ainda de todo previsíveis, haja vista que a invasão biológica é um tema que só recentemente começou a ser estudado. As características que aumentam as chances de uma espécie se tornar invasora, bem como a suscetibilidade ambiental à invasão biológica são abordagens que praticamente começaram a ser estudadas na última década (Noble 1989; Roy 1990; Rejmanek & Richardson 1996; Williamson & Fitter 1996).

O valor de diversidade para a caatinga sem a presença de *P. juliflora* (Ambiente I), para o componente adulto ($H' = 2,81$) foi significativamente superior ao encontrado para a caatinga com invasão de *P. juliflora* (Ambiente II) ($H' = 0,61$; $P < 0,001$).

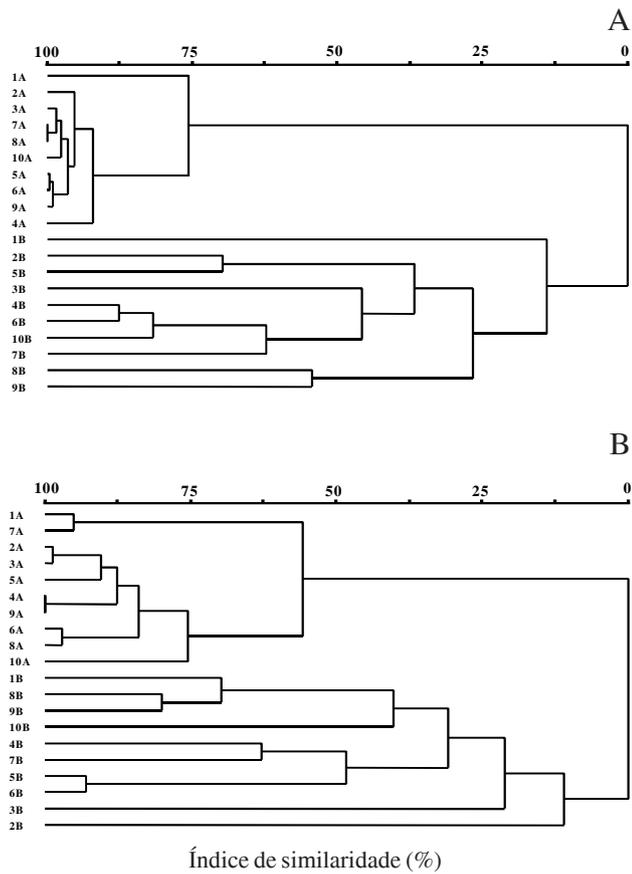


Figura 1. Dendrograma de similaridade produzido por análise de agrupamento pelo método UPGMA com base no índice de Jaccard, para os dados de presença e ausência das espécies em 20 parcelas instaladas em dois Ambientes de caatinga no Município de Monteiro, PB. A = Estrato Arbustivo-arbóreo; B = Regeneração Natural; 1A a 10A = parcelas da caatinga invadida por *P. juliflora* (Sw.) DC.; 1B a 10B = parcelas da caatinga sem a presença de *P. juliflora*.

Para a regeneração natural o valor de H' , para a caatinga não invadida foi de 2,31 e para a caatinga com invasão de *P. juliflora*, 1,14 ($P < 0,001$). Os valores de equabilidade foram altos na caatinga sem *P. juliflora*, tanto para a fase adulta ($J' = 0,791$), quanto para a regeneração natural ($J' = 0,738$), e baixos para a caatinga invadida ($J' = 0,219$ e $0,389$) para adultos e regenerantes, respectivamente. Estes resultados evidenciam a dominância ecológica da espécie exótica e mostram que grande parte das espécies nativas, mesmo se estabelecendo, não consegue atingir a idade adulta, o que se reflete em uma pobreza ainda maior naquele componente. Considerando que o Ambiente I é fisicamente igual ao Ambiente II, os baixos índices de diversidade encontrados neste último são justificados, em grande parte pela invasão de *P. juliflora*, cuja presença maciça impediu o

estabelecimento de muitas espécies autóctones, interferindo negativamente no processo de sucessão ecológica. Quando se analisa os dados de diversidade obtidos no Ambiente I, constata-se que estes valores estão próximos daqueles encontrados em outros estudos realizados em remanescentes de caatinga com histórico similar, cujas grandezas variaram de 1,91 a 2,99 (Araújo *et al.* 1995; Ferraz *et al.* 1998; Rodal *et al.* 1998; Pereira *et al.* 2002). Situação diferente ocorre com a área invadida por *P. juliflora*, pois mesmo decorridos mais 20 anos de abandono ainda apresenta diversidade muito baixa, incompatível com os valores registrados para a caatinga, além de estar ocupada pela invasora cuja densidade relativa chega a quase 90%. Isto mostra que a presença desta espécie interfere no processo de restauração da diversidade biológica dos campos abandonados.

Estes resultados são confirmados pelo estudo realizado por Shiferaw *et al.* (2004) sobre as características biológicas que promovem a invasão da *P. juliflora* no Nordeste da Etiópia. Os autores constataram que essa espécie apresenta características biológicas que a tornam uma invasora potencial, capaz de ocupar muito rapidamente novas áreas, até mesmo sob condições áridas. Os autores ressaltam as seguintes estratégias importantes da espécie: alta produção de sementes, produção de frutos atrativos para os animais, capacidade de sobrevivência dos propágulos à digestão dos animais; formação de banco de sementes no solo; acúmulo de reservas que viabilizam a dormência e a longevidade das sementes que servirão como estoque para a regeneração; início precoce da fase reprodutiva; rápido crescimento no tempo e no espaço, dentre outras. Este conjunto de características, muitas das quais observadas pelos autores deste trabalho, tornam *P. juliflora* uma espécie invasora, caráter este que pode ser potencializado por fatores antrópicos, físicos, ecológicos e ambientais, a exemplo do que está ocorrendo no semi-árido nordestino.

Estrutura – No Ambiente I, foi registrada uma densidade de 1.188 indivíduos ha^{-1} , na fase adulta e de 955 indivíduos ha^{-1} , para a regeneração natural (Tab. 2 e 3). Para o Ambiente II, constatou-se uma densidade de 1.240 indivíduos ha^{-1} , para os adultos e de 2.128 indivíduos ha^{-1} , para a regeneração natural (Tab. 4 e 5), o que demonstra a agressividade da invasora.

O parâmetro área basal expressa o crescimento e a produção de biomassa nos ecossistemas florestais (Scolforo & Figueiredo Filho 1998). Verifica-se para o

Tabela 2. Parâmetros quantitativos e estruturais do estrato arbustivo-arbóreo de um Ambiente de caatinga sem a presença de *P. juliflora* (Sw.) DC. em Monteiro, PB (Ambiente I). NI = número de indivíduos; P = número de parcelas com ocorrência da espécie; DA = densidade absoluta (indivíduos ha⁻¹); DR = densidade relativa (%); AB = área basal (m² ha⁻¹); ABR = área basal relativa (%); VC = valor de cobertura; VI = valor de importância.

Espécie	Estrato arbóreo							
	NI	P	DA	DR	AB	ABR	VC	VI
<i>Zizyphus joazeiro</i>	56	10	140,0	11,79	5,3423	17,91	14,80	12,74
<i>Erythrina velutina</i>	21	6	52,5	4,42	6,7498	22,62	13,50	10,72
<i>Caesalpinia pyramidalis</i>	54	9	135,0	11,37	2,8217	9,46	10,40	9,50
<i>Lonchocarpus campestris</i>	74	3	185,0	15,58	1,8566	6,22	10,90	8,12
<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	47	8	117,5	9,89	1,9187	6,43	8,16	7,72
<i>Anadenanthera colubrina</i>	26	4	65,0	5,47	3,2327	10,84	8,15	6,57
<i>Schinopsis brasiliensis</i>	16	6	40,0	3,37	2,2495	7,54	5,45	5,34
<i>Capparis flexuosa</i>	34	8	85,0	7,16	0,5178	1,74	4,45	5,24
<i>Myrcia</i> sp.	38	5	95,0	8,00	0,8747	2,93	5,47	5,07
<i>Zanthoxylum hiemale</i>	5	3	12,5	1,05	0,0807	0,27	0,66	3,89
<i>Croton</i> sp.	12	4	30,0	2,53	15,331	5,14	3,83	3,69
<i>Croton sonderianus</i>	16	5	40,0	3,37	0,3654	1,22	2,30	2,95
<i>Cereus jamacaru</i>	12	5	30,0	2,53	0,1731	0,58	1,55	2,46
<i>Erythroxyllum simonis</i>	9	5	22,5	1,89	0,0926	0,31	1,10	2,16
Indeterminada 2	7	3	17,5	1,47	0,7221	2,42	1,95	2,15
<i>Jatropha pohliana</i>	6	5	15,0	1,26	0,0139	0,05	0,65	1,86
Indeterminada 1	5	3	12,5	1,05	0,1861	0,62	0,84	1,41
<i>Rhamnidium molle</i>	8	2	20,0	1,68	0,172	0,58	1,13	1,31
<i>Senna spectabilis</i>	4	3	10,0	0,84	0,0129	0,04	0,44	1,15
<i>Caesalpinia ferrea</i>	2	2	5,0	0,42	0,284	0,95	0,69	1,02
<i>Maytenus rigida</i>	4	2	10,0	0,84	0,08	0,27	0,56	0,94
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	2	2	5,0	0,42	0,0863	0,29	0,36	0,80
<i>Mimosa tenuiflora</i>	2	2	5,0	0,42	0,0245	0,08	0,25	0,73
<i>Caesalpinia leiostachya</i>	1	1	2,5	0,21	0,1827	0,61	0,41	0,56
Morto	3	1	7,5	0,63	0,014	0,05	0,34	0,51
<i>Amburana cearensis</i>	1	1	2,5	0,21	0,1112	0,37	0,29	0,48
<i>Tocoyena formosa</i>	2	1	5,0	0,42	0,022	0,07	0,25	0,45
<i>Casearia guianensis</i>	1	1	2,5	0,21	0,0307	0,10	0,16	0,39
<i>Helicteris erchleri</i>	1	1	2,5	0,21	0,0255	0,09	0,15	0,38
<i>Chloroleucon foliolosum</i>	1	1	2,5	0,21	0,0238	0,08	0,15	0,38
<i>Combretum psisonioides</i>	1	1	2,5	0,21	0,0196	0,07	0,14	0,37
<i>Vitex gardnerianum</i>	1	1	2,5	0,21	0,0059	0,02	0,12	0,36
<i>Solanum paniculatum</i>	1	1	2,5	0,21	0,0031	0,01	0,11	0,36
<i>Ruellia</i> sp.	1	1	2,5	0,21	0,0031	0,01	0,11	0,36
<i>Cordia globosa</i>	1	1	2,5	0,21	0,0018	0,01	0,11	0,35
Total	475	10	1.188	100	29,83	100	100	100

Ambiente I (Tab. 2), um valor de aproximadamente, 30 m² ha⁻¹, para a vegetação adulta, com desataque para as espécies *Erythrina velutina*, *Zizyphus joazeiro*, *Anadenanthera columbrina*, *Caesalpinia pyramidalis*, *Schinopsis brasiliensis* e *Sideroxylon obtusifolium*, que juntas representaram, aproximadamente, 75% da área basal total. Já para a regeneração natural (Tab. 3), obteve-se uma área basal de 1,8 m² ha⁻¹. Neste componente as espécies que mais se destacaram foram: *Croton sonderianus*, *Zizyphus joazeiro*, *Caesalpinia pyramidalis*, *Cordia globosa*

e *Jatropha polhiana*, juntas representaram, aproximadamente, 75% do valor total.

No Ambiente II a área basal total foi de 9,15 m² ha⁻¹, para a fase adulta e de 4,5 m² ha⁻¹, para a regeneração (Tab. 4 e 5). Comparando-se esses valores entre as duas situações constata-se que houve uma grande redução dos mesmos, tanto para adultos quanto para regenerantes. Uma das principais características das plantas invasoras é formar maciços populacionais, cujo adensamento acaba retardando o crescimento de grande parte dos indivíduos, o que

Tabela 3. Parâmetros quantitativos e estruturais da regeneração natural de um Ambiente de caatinga sem a presença de *P. juliflora* (Sw.) DC. em Monteiro, PB (Ambiente I). NI = número de indivíduos; P = número de parcelas com ocorrência da espécie; DA = densidade absoluta (indivíduos ha⁻¹); DR = densidade relativa (%); AB = área basal (m² ha⁻¹); ABR = área basal relativa (%); VC = valor de cobertura; VI = valor de importância.

Espécie	Regeneração natural							
	NI	P	DA	DR	AB	ABR	VC	VI
<i>Solanum paniculatum</i>	100	4	250,0	26,18	0,0877	7,47	16,82	13,04
<i>Croton sonderianus</i>	51	4	127,5	13,35	0,2245	19,13	16,24	12,65
<i>Caesalpinia pyramidalis</i>	46	9	115,0	12,04	0,1509	12,86	12,45	12,41
<i>Cordia globosa</i>	51	7	127,5	13,35	0,1446	12,32	12,84	11,75
<i>Zizyphus joazeiro</i>	42	6	105,0	10,99	0,1594	13,59	12,29	10,93
<i>Jatropha pohliana</i>	11	6	27,5	2,88	0,0826	7,04	4,96	6,04
<i>Cereus jamacaru</i>	14	4	35,0	3,66	0,0765	6,52	5,09	5,22
<i>Rhaminidium molle</i>	12	3	30,0	3,14	0,0619	5,28	4,21	4,17
<i>Zanthoxylum hiemale</i>	17	5	42,5	4,45	0,0105	0,89	2,67	4,06
<i>Guettarda platypoda</i>	8	3	20,0	2,09	0,0378	3,22	2,66	3,14
<i>Senna spectabilis</i>	7	4	17,5	1,83	0,0181	1,54	1,69	2,95
<i>Lantana camara</i>	6	4	15,0	1,57	0,0094	0,80	1,19	2,61
<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	4	2	10,0	1,05	0,0347	2,96	2,00	2,24
<i>Arrojadoa rhodantha</i>	2	2	5,0	0,52	0,0215	1,83	1,18	1,70
<i>Capparis flexuosa</i>	2	2	5,0	0,52	0,0095	0,81	0,67	1,36
<i>Abutilon</i> sp.	2	1	5,0	0,52	0,0108	0,92	0,72	0,93
<i>Ruellia</i> sp.	1	1	2,5	0,26	0,0095	0,81	0,54	0,81
<i>Erythroxylum simonis</i>	1	1	2,5	0,26	0,0064	0,55	0,40	0,72
<i>Anadenanthera colubrina</i>	1	1	2,5	0,26	0,0050	0,43	0,35	0,68
<i>Combretum psisonioides</i>	1	1	2,5	0,26	0,0044	0,38	0,32	0,67
Desconhecida 2	1	1	2,5	0,26	0,0044	0,38	0,32	0,67
<i>Malvestarum scaberum</i>	1	1	2,5	0,26	0,0028	0,24	0,25	0,62
Indeterminada 3	1	1	2,5	0,26	0,0005	0,04	0,15	0,55
Total	382	10	955	100	1,173	100	100	100

Tabela 4. Parâmetros quantitativos e estruturais do estrato arbustivo-arbóreo de um Ambiente de caatinga invadido por *P. juliflora* (Sw.) DC. no município de Monteiro, PB (Ambiente II). NI = número de indivíduos; P = número de parcelas com ocorrência da espécie; DA = densidade absoluta (indivíduos ha⁻¹); DR = densidade relativa (%); AB = área basal (m² ha⁻¹); ABR = área basal relativa (%); VC = valor de cobertura; VI = valor de importância.

Espécie	Estrato arbóreo							
	NI	P	DA	DR	AB	ABR	VC	VI
<i>Prosopis juliflora</i>	441	10	1102,5	88,91	8,6693	94,79	91,85	70,75
<i>Cereus jamacaru</i>	11	5	27,5	2,22	0,1200	1,31	1,77	5,94
<i>Arrojadoa rhodantha</i>	9	3	22,5	1,81	0,0290	0,32	1,07	3,56
<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	8	2	20,0	1,61	0,0928	1,01	1,31	2,78
<i>Mimosa hostilis</i>	7	2	17,5	1,41	0,0362	0,40	0,90	2,50
<i>Zizyphus joazeiro</i>	2	2	5,0	0,40	0,0057	0,06	0,23	2,06
<i>Lantana camara</i>	2	2	5,0	0,40	0,0035	0,04	0,22	2,05
<i>Jatropha pohliana</i>	3	1	7,5	0,60	0,1165	1,27	0,94	1,58
<i>Capparis flexuosa</i>	4	1	10,0	0,81	0,0142	0,16	0,48	1,27
<i>Solanum paniculatum</i>	3	1	7,5	0,60	0,0111	0,12	0,36	1,19
<i>Nicotiana glauca</i>	1	1	2,5	0,20	0,0204	0,22	0,21	1,09
<i>Schinopsis brasiliensis</i>	1	1	2,5	0,20	0,0126	0,14	0,17	1,06
<i>Anadenanthera colubrina</i>	1	1	2,5	0,20	0,0053	0,06	0,13	1,04
<i>Casearia guianensis</i>	1	1	2,5	0,20	0,0024	0,03	0,11	1,03
<i>Combretum psisonioides</i>	1	1	2,5	0,20	0,0031	0,03	0,12	1,03
<i>Pilosocereus gounellei</i>	1	1	2,5	0,20	0,0040	0,04	0,12	1,03
Total	496	10	1.240	100	9,146	100	100	100

Tabela 5. Parâmetros quantitativos e estruturais da regeneração natural de um Ambiente de caatinga invadido por *P. juliflora* (Sw.) DC. no Município de Monteiro, PB (Ambiente II). NI = número de indivíduos; P = número de parcelas com ocorrência da espécie; DA = densidade absoluta (indivíduos ha⁻¹); DR = densidade relativa (%); AB = área basal (m² ha⁻¹); ABR = área basal relativa (%); VC = valor de cobertura; VI = valor de importância.

Espécie	Regeneração natural							
	NI	P	DA	DR	AB	ABR	VC	VI
<i>Prosopis juliflora</i>	646	10	1615,0	75,91	3,6003	80,30	78,11	59,01
<i>Arrojadoa rhodantha</i>	23	6	57,5	2,70	0,2028	4,52	3,61	6,57
<i>Cereus jamacaru</i>	16	5	40,0	1,88	0,1049	2,34	2,11	4,88
<i>Indigofera suffruticosa</i>	34	4	85,0	4,00	0,0438	0,98	2,49	4,43
<i>Mimosa hostilis</i>	21	4	52,5	2,47	0,1009	2,25	2,36	4,35
<i>Lantana camara</i>	15	3	37,5	1,76	0,0562	1,25	1,51	3,09
<i>Solanum paniculatum</i>	31	1	77,5	3,64	0,1170	2,61	3,13	2,78
<i>Jatropha pohliana</i>	20	2	50,0	2,35	0,0695	1,55	1,95	2,69
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	4	2	10,0	0,47	0,0101	0,23	0,35	1,62
<i>Zizyphus joazeiro</i>	3	2	7,5	0,35	0,0151	0,34	0,34	1,62
<i>Caesalpinia ferrea</i>	14	1	35,0	1,65	0,0184	0,41	1,03	1,38
<i>Casearia guianensis</i>	7	1	17,5	0,82	0,0476	1,06	0,94	1,32
<i>Nicotiana glauca</i>	4	1	10,0	0,47	0,0483	1,08	0,77	1,21
<i>Combretum psisionioides</i>	4	1	10,0	0,47	0,0147	0,33	0,40	0,96
<i>Cleome spinosa</i>	3	1	7,5	0,35	0,0177	0,39	0,37	0,94
<i>Capparis flexuosa</i>	3	1	7,5	0,35	0,0006	0,01	0,18	0,81
<i>Schinopsis brasiliensis</i>	1	1	2,5	0,12	0,0095	0,21	0,16	0,80
<i>Piptadenia zehntneri</i>	1	1	2,5	0,12	0,0044	0,10	0,11	0,76
<i>Melocotia tomentosa</i>	1	1	2,5	0,12	0,0016	0,04	0,08	0,74
Total	851	10	2.128	100	4,483	100	100	100

concorre para o acréscimo do número de regenerantes. Some-se a isto, também, a capacidade de multiplicação dessas espécies, além das vantagens competitivas que elas apresentam (Ziller & Galvão 2002). Neste trabalho foi constatada uma dominância de *P. juliflora* para os dois componentes do Ambiente invadido, de modo que esta espécie foi responsável por 95% da área basal total do componente adulto e de 80% da regeneração natural.

Em relação ao valor de cobertura (VC) para a fase adulta, no Ambiente I, observa-se na Tab. 2, que espécies como *Zizyphus joazeiro*, *Erythrina velutina*, *Lonchocarpus campestris*, *Caesalpinia pyramidalis*, e *Sideroxylon obtusifolium* se destacaram em relação às demais. Juntas estas espécies apresentaram aproximadamente, 58% do VC total. No entanto, no Ambiente II, uma única espécie (*P. juliflora*) apresentou valor de cobertura de aproximadamente, 92%, o que caracteriza mais uma vez a dominância desta espécie em relação às demais (Tab. 4).

No que se refere à regeneração natural, no Ambiente I, espécies como *Solanum paniculatum* (16,82), *Croton sonderianus* (16,24), *Caesalpinia pyramidalis* (12,45), *Cordia globosa* (12,84) e *Zizyphus joazeiro* (12,29), se destacaram em relação

aos valores de cobertura (VC), no entanto, verifica-se na Tab. 3, que de modo geral, não há uma grande discrepância entre estes valores para as cinco espécies citadas, as quais respondem juntas por aproximadamente 70% do VC total. Por outro lado, no Ambiente II, apenas a espécie *P. juliflora* totalizou, aproximadamente, 78% do valor total (Tab. 5), o que confirma as afirmações aqui apresentadas.

Com relação ao Valor de Importância (VI), na regeneração Tab. 3, verifica-se que no Ambiente I foram as seguintes espécies que apresentaram maiores valores, *Solanum paniculatum* (13,04), *Croton sonderianus* (12,65), *Caesalpinia pyramidalis* (12,41), *Cordia globosa* (11,75) e *Zizyphus joazeiro* (10,93); já no Ambiente II (Tab. 5), as espécies com maiores valores de VI foram *P. juliflora* (59,01); *Arrojadoa rhodantha* (6,57), *Cereus jamacaru* (4,88), *Indigofera suffruticosa* (4,43) e *Mimosa hostilis* (4,35); com relação à fase adulta no Ambiente I, a espécie *Zizyphus joazeiro* apresentou o VI mais alto 12,77 enquanto as *Erythrina velutina*, *Caesalpinia pyramidalis*, *Lonchocarpus campestris* e *Sideroxylon obtusifolium* foram 10,74; 9,53; 8,28 e 7,74 respectivamente (Tab. 2). No Ambiente II, a espécie *P. juliflora* apresentou o VI mais alto, 70,76

enquanto *Cereus jamacaru*, *Arrojadoa rhodantha*, *Sideroxylon obtusifolium* e *Mimosa hostilis* apresentaram os valores 5,94; 3,57; 2,78 e 2,51, respectivamente (Tab. 4).

Randall (1996) relata que invasoras prejudiciais são aquelas que causam grandes modificações na riqueza, na abundância das espécies nativas e que podem destruir total ou parcialmente um ecossistema. Os resultados deste trabalho confirmam que *P. juliflora* se enquadra nesta categoria, pois os impactos detectados, quando da sua ocorrência nas comunidades autóctones, apontam exatamente nesta direção. Um dos fatores que contribuiu e continua contribuindo para essa dispersão da invasora é a ação antrópica acentuada. O homem vem provocando o desmatamento e expandindo a agricultura e a pecuária contribuindo para a o estabelecimento e invasão da *P. juliflora* na região.

Embora ainda não exista um consenso para uma abordagem de quantificação dos impactos de invasões biológicas, Parker *et al.* (1999) sugerem que três fatores devem ser levados em conta para medi-lo: área total ocupada, abundância local e a velocidade de invasão. Quanto maiores forem esses fatores, maiores serão os impactos causados pela espécie invasora. O raciocínio utilizado no uso da abundância do invasor como medida do impacto é de que qualquer biomassa (ou espaço, ou energia) controlada pelo invasor representa recursos não mais disponíveis para competidores (Parker *et al.* 1999).

A participação da *P. juliflora* alterou a fitodiversidade do Ambiente invadido, a ponto de torná-la um conjunto distinto, quanto à composição florística, à diversidade e à estrutura. Além dos indivíduos adultos funcionarem ativamente como fontes de propágulos para a invasão, os rebanhos criados na região funcionam como facilitadores, aliados ao homem que explora a caatinga, tornando-a aberta e, portanto vulnerável à invasão. O presente estudo evidencia a necessidade de se desenvolver ações conservacionistas e políticas de controle de *P. juliflora*, ações estas que passam pelo controle físico da invasora, mas certamente exigirá também mudanças nos costumes locais e no manejo dos rebanhos. Neste particular, faz-se ainda necessário estudar o real papel dos rebanhos como dispersores, haja vista que não se conhece as respostas fisiológicas das sementes à ingestão por diferentes animais.

Distribuição dos indivíduos em classes de diâmetro – Na Fig. 2A, observa-se que, para o componente adulto, houve uma maior concentração de indivíduos na classe

de 5 a 8 m de altura no Ambiente I, sendo que dos 165 indivíduos registrados nesta classe de altura 45, (27,27%) pertenciam à *Lonchocarpus campestris*. Já para o Ambiente II, verifica-se uma maior ocorrência de indivíduos na classe de 3 a 5 m de altura, sendo que dos 205 indivíduos, 190 (92,68%) eram de *P. juliflora*. O Ambiente I apresentou um padrão de distribuição de indivíduos nas classes de altura semelhante ao registrado por Pereira *et al.* (2002) em remanescentes de caatinga no agreste paraibano. Já para a distribuição das espécies nas classes de altura no componente regeneração natural (Fig. 2B), verifica-se que a maior densidade foi registrada na classe 0,30 a 1,50 m de altura para as duas situações estudadas. Vale salientar que dos 472 indivíduos registrados no Ambiente II, 323 (68,43%) eram de *P. juliflora*.

Em relação à distribuição do número de indivíduos por classe de diâmetro para o componente adulto verificou-se predomínio de indivíduos na classe de 3 a 12 cm de diâmetro para a duas situações estudadas (Fig. 3A). Dos 441 indivíduos registrados no Ambiente II, 388 (87,98%) pertenciam a *P. juliflora*. Quanto à regeneração natural, constata-se que a maior concentração de indivíduos ocorreu na classe de

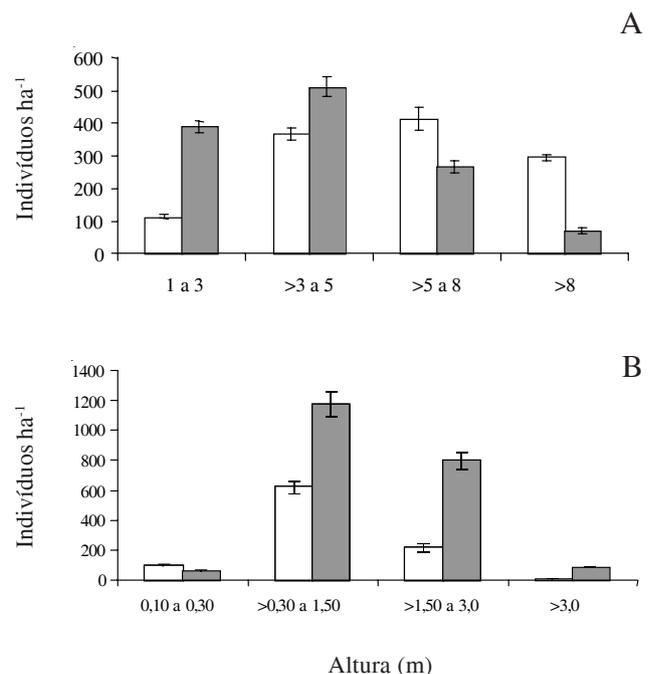


Figura 2. Distribuição do número de indivíduos por hectare, por classes de altura, em dois Ambientes de caatinga no Município de Monteiro, PB. Ambiente I: caatinga sem a presença de *P. juliflora* (Sw.) DC.; Ambiente II: caatinga invadida por *P. juliflora*. A = Adultos e B = Regeneração Natural. Os segmentos verticais sobre as barras representam o desvio padrão. (□ = Ambiente I; ■ = Ambiente II).

diâmetro de 0,30 a 1,50 cm, o que corresponde também às menores classes de tamanho (Fig. 3B), em ambas as Áreas. Neste componente, foi constatada, igualmente, uma grande proporção de indivíduos de *P. juliflora*, pois dos 444 indivíduos registrados, 325 (73,19%) pertenciam àquela espécie.

Segundo Faria *et al.* (2001), regeneração é um processo que inclui não só a sucessão secundária, mas também formas de manipulação florestal que promovam novos e maiores estádios produtivos do crescimento da mata. Para que ocorra a regeneração natural em uma área degradada ou em processo de degradação, são necessárias algumas condições, como o cessamento dos processos causadores da degradação (pastoreio e incêndio), existência de fontes de propágulos (banco de sementes, chuva de sementes) e dispersores, boas condições microclimáticas e edáficas, ausência de predadores para o estabelecimento e ocorrência do ciclo de vida completo das plântulas. No caso específico da invasão da caatinga por *P. juliflora*, observações dos autores e comunicações de pessoas residentes nas regiões afetadas indicam que a invasora não consegue ocupar a caatinga conservada.

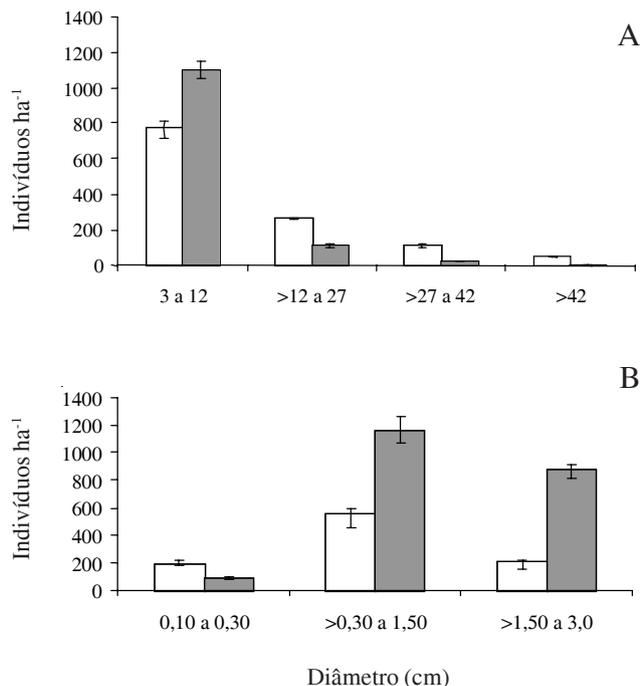


Figura 3. Distribuição do número de indivíduos por hectare, por classes de diâmetro, em dois Ambientes de caatinga no Município de Monteiro, PB. Ambiente I: caatinga sem a presença de *P. juliflora* (Sw.) DC.; Ambiente II: caatinga invadida por *P. juliflora*. A = Adultos e B = Regeneração Natural. Os segmentos verticais sobre as barras representam o desvio padrão. (□ = Ambiente I; ■ = Ambiente II).

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, pelo apoio financeiro ao projeto (processo 0582/20031) que possibilitou a execução deste trabalho; ao CCA/UFPB; ao Senhor Jorge Menezes e à família Lafayette, proprietários das áreas estudadas.

Referências bibliográficas

- Alcoforado Filho, F.G.; Sampaio, E.V.S.B. & Rodal, M.J.N. 2003. Florística e fitossociologia de um remanescente de vegetação caducifolia espinhosa arbórea em Caruaru, Pernambuco. *Acta Botanica Brasilica* 17(2): 287-303.
- Andrade, L.A.; Reis, M.G.F.; Reis, G.G. & Souza, A.L. 1999. Classificação ecológica do Estado da Paraíba. 2 Delimitação e caracterização de sub – regiões ecológicas a partir de variáveis climáticas. *Revista Árvore* 23(2): 139-149.
- Araújo, E.L.; Sampaio, E.V.S.B. & Rodal, M.J.N. 1995. Composição florística e fitossociológica de três áreas de caatinga de Pernambuco. *Revista Brasileira de Biologia* 55(4): 595-607.
- Azevedo, G.F. 1982. Como e porque a algarobeira foi introduzida no Nordeste. Pp. 300-306. In: F.C.E. Fonseca; A.P.B. Mota; C.F. Azêvedo; I. Trindade; J.F. Cruz & R.A.L. Brito (eds.). *Simpósio Brasileiro sobre Algaroba 1, 1982, Natal. Algaroba*. Natal, EMPARN, (Empresa Agropecuária do Rio Grande do Norte. Documentos, 7).
- Brasil, Ministério da Agricultura. 1971. Equipe de Pedologia e fertilidade do solo. Divisão de Agrologia - SUDENE. **Levantamento exploratório: reconhecimento de solos do Estado da Paraíba**. Rio de Janeiro, Boletim técnico, n. 15.
- Brasil, Comissão Interministerial para Preparação da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. 1991. **O desafio do desenvolvimento sustentável: relatório do Brasil para a conferência das nações unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento**. Brasília, Secretaria de Imprensa Presidência da República.
- Brasil, Ministério do Meio Ambiente. 2002. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da caatinga**. Brasília, Secretaria de Biodiversidade e Florestas.
- Brower, J.E. & Zar, J.H. 1984. **Field and laboratory methods for general ecology**. Dubuque, W.M.C. Brow.
- Cronk, Q.C.B. & Fuller, J.L. 1995. **Plant invaders**. London, Chaman & Hall.
- Curtis, J.T. & Macintosh, R.P. 1951. The interrelation of analytic and synthetic phytosociological characters. *Ecology* 31: 345-355.
- Drumond, M.A.; Kiill, L.H.P. & Nascimento, C.E.S. 2002. Inventário e sociabilidade de espécies arbóreas e arbustivas da Caatinga na Região de Petrolina, PE. *Brasil Florestal* 74: 37-43.

- Faria, H.H.; Sérgio, F.C. & Garrido, M.A. 2001. Recomposição da vegetação ciliar integrada à conservação de microbacia. **Revista do Instituto Florestal 21**: 1-22.
- 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 Biologia 21**(1): 7-15.
- Finol, H. 1971. Nuevos parametros a considerarse en el analisis structural de las selvas virgenes tropicales. **Revista Florestal Venezolana 14**(21): 29-42.
- Gomes, P. 1961. **A algarobeira**. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, Serviço de Informação Agrícola. (Serie SIA, 865)
- Kent, M. & Coker, P. 1999. **Vegetation Description and Analysis – a practical approach**. Chichester, John Wiley & Sons.
- Krebs, C.J. 1989. **Ecological methodology**. New York, Harper and Row.
- Lamprecht, H. 1962. Ensaio sobre unos métodos para el análisis estructural de los bosques tropicales. **Acta Científica Venezolana 13**(2): 57-65.
- Lamprecht, H. 1964. Ensayo sobre la estrutura florística de la parte Sur-Oriental del bosque universitario: El Caimital, Estado Barinas. **Revista Florestal Venezolana 7**(10/11): 77-119.
- Mateucci, S.D. & Colma, A. 1982. **Metodologia para el estudio de la vegetacion**. Washington, Secretaria General de la Organizacion de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico.
- Mccune, B. & Mefford, M.J. 1999. **PC-ORD version 4.0, multivariate analysis of ecological data, Users guide**. MjM Software Design. Oregon, Glaneden Beach.
- Muller-Dombois, D. & Ellemberg, H. 1974. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York, John Wiley & Sons.
- Noble, I.R. 1989. Attributes of invaders and the invading process: terrestrial and vascular plants. Pp. 301-313. In: J.A. Drake; H.A. Mooney; F. di Castri; R.H. Groves; F.J. Kruger; M. Rejmanek & M.H. Williamson (eds.). **Biological invasions: a global perspective**. Wiley, Chichester.
- Parker, I.M.; Simberloff, D.; Lonsdale, W.M.; Goodell, K.; Wonham, M.; Kareiva, P.M.; Williamson, M.H.; Vonholle, B.; Moyle, P.B.; Byres, J.E. & Goldwasser, L. 1999. Impact: toward a framework for understanding the ecological effects of invaders. **Biological Invasions 1**: 3-19.
- Pereira, I.M.; Andrade, L.A.; Barbosa, M.R.V. & Sampaio, E.V.S.B. 2002. Composição florística e análise fitossociológica do componente arbustivo-arbóreo de um remanescente florestal no agreste paraibano. **Acta Botanica Brasilica 16**(3): 357-369.
- Pivello, V.R.; Carvalho, V.M.N.C.; Peccinini, A.A.; Lopes, P.F. & Rosso, S. 1999. Abundance and distribution of native and invasive alien grasses in a “cerrado” (Brazilian savanna) biological reserve. **Biotropica 31**(1): 71-81.
- Randall, J.M. 1996. Weed control for the preservation of biological diversity. **Weed technology 10**: 370-383.
- Rejmanek, M. & Richardson, D.M. 1996. What attributes make some plant species more invasive? **Ecology 77**(6): 1655-1661.
- 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.
- Rodal, M.J.N.; Andrade, K.V.A.; Sales, M.F. & Gomes, A.P.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: F. di Castri; A.J. Hansen & M. Debussche (eds.). **Biological invasions in Europe and the Mediterranean Basin**. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.
- Sampaio, E.V.S.B.; Sampaio, Y.; Vital, T.; Araújo, M.S.B. & Sampaio, G.R. 2003. **Desertificação no Brasil: conceitos, núcleos e tecnologias de recuperação e convivência**. Recife, Ed. Universitária da UFPE.
- Scolforo, J.R.S. & Figueiredo Filho, A. 1998. Determinação e estimativa da área basal. Pp. 105-160. In: J.R.S. Scolforo & A. Figueiredo Filho (eds.). **Biometria florestal: medição e volumétrica de árvores**. Lavras, Universidade Federal de Lavras / Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão.
- 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.
- Silva, S. 1997. **Algarobeira**. Natal, Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas/Rio Grande do Norte.
- Westbrooks, R. 1998. **Invasive plants: changing the landscape of America: fact book**. Washington, DC., Federal Interagency Committee for the Management of Noxious and Exotic Weeds.
- Williamson, M. 1996. **Biological invasions**. London, Chapman & Hall.
- Williamson, M. & Fitter, A. 1996. The characters of successful invaders. **Biological Conservation 78**: 163-170.
- Zar, J.H. 1996. **Biostatistical analysis**. 3. ed. New Jersey, Prentice Hall.
- Ziller, S.R. & Galvão, F. 2002. A degradação da Estepe Gramíneo-Lenhosa no Paraná por contaminação biológica de *Pinnus elliottii* e *P. taeda*. **Floresta 32**(1): 41-47.