

Ecologia e Conservação da Caatinga

Editores

Inara R. Leal

Marcelo Tabarelli

José Maria Cardoso da Silva



Ecologia e Conservação da Caatinga

APOIO:

CONSELHO NACIONAL DE
DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E
TECNOLÓGICO - **CNPq**

CENTRO DE PESQUISAS AMBIENTAIS DO
NORDESTE – **CEPAN**

CONSERVATION INTERNATIONAL DO
BRASIL

THE NATURE CONSERVANCY

Ecologia e Conservação da Caatinga

Editores
Inara R. Leal
Marcelo Tabarelli
José Maria Cardoso da Silva



Universidade Federal de Pernambuco

Recife

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS. Proibida a reprodução total ou parcial, por qualquer meio ou processo, especialmente por sistemas gráficos, microfílmicos, fotográficos, reprográficos, fonográficos e videográficos. Vedada a memorização e/ou a recuperação total ou parcial em qualquer sistema de processamento de dados e a inclusão de qualquer parte da obra em qualquer programa juscibernético. Essas proibições aplicam-se também às características gráficas da obra e à sua editoração.

Copyright © Inara Roberta Leal, Marcelo Tabarelli e José Maria Cardoso da Silva

Capa: *Sergio Siqueira*
Fotos da Capa: *Cedidas pelos autores*
Diagramação: *Gilberto José*
Revisão: *Os autores*

Ecologia e conservação da caatinga / editores Inara R. Leal, Marcelo Tabarelli, José Maria Cardoso da Silva; prefácio de Marcos Luiz Barroso Barros. – Recife : Ed. Universitária da UFPE, 2003.

822 p. : il., fotos, mapas, gráf., tab.

Vários colaboradores.

Inclui bibliografia.

1. Ecologia – Biodiversidade. 2. Caatinga – Nordeste brasileiro – Padrões de diversidade. 3. Caatinga – Flora e fauna – Processos ecológicos. 4. Meio ambiente – Estratégias de conservação – Semi-árido nordestino. I. Leal, Inara R. II. Tabarelli, Marcelo. III. Silva, José Maria Cardoso da.

504.5(213.52)

CDU (2. ed.)

UFPE

574.5265

CDD (20. ed.)

BC/2003-364

Sumário

Prefácio	IX
Introdução. Ecologia e conservação da Caatinga: uma introdução ao desafio (Inara R. Leal, Marcelo Tabarelli & José Maria Cardoso da Silva)	XIII

SEÇÃO I

PADRÕES DE DIVERSIDADE E DISTRIBUIÇÃO DE ESPÉCIES EM ESCALA REGIONAL

Capítulo 1. As Caatingas da América do Sul (Darién E. Prado)	3
Capítulo 2. Abelhas da Caatinga: biogeografia, ecologia e conservação (Fernando César Vieira Zanella & Celso Feitosa Martins)	75
Capítulo 3. Diversidade, padrões de distribuição e conservação dos peixes da Caatinga (Ricardo S. Rosa, Naércio A. Menezes, Heraldo A. Britski, Wilson J. E. M. Costa & Fernando Groth)	135
Capítulo 4. Herpetofauna da Caatinga (Miguel Trefaut Rodrigues)	181
Capítulo 5. Aves da Caatinga: status, uso do habitat e sensibilidade (José Maria Cardoso da Silva, Manuella Andrade de Souza, Ana Gabriela Delgado Bieber & Caio José Carlos)	237
Capítulo 6. Mamíferos da Caatinga (João Alves de Oliveira, Pablo Rodrigues Gonçalves & Cibele Rodrigues Bonvicino)	275

SEÇÃO II

PADRÕES DE DIVERSIDADE E DISTRIBUIÇÃO DE ESPÉCIES EM ESCALA LOCAL

- Capítulo 7.** Riqueza e diversidade de plantas lenhosas em cinco unidades de paisagem da Caatinga (Roselita Altagina da Silva, André Mauricio Melo Santos & Marcelo Tabarelli) 337
- Capítulo 8.** Padrões locais de diversidade de Coleoptera (Insecta) em vegetação de caatinga (Luciana Iannuzzi, Artur Campos Dália Maia, Carlos Eduardo Beserra Nobre, Débora Kiyomi Suzuki & Fausto José de Araújo Muniz)..... 367
- Capítulo 9.** Padrões locais de diversidade de Cerambycidae (Insecta, Coleóptera) em vegetação de caatinga (Artur C. D. Maia, Luciana Iannuzzi, Carlos Eduardo B. Nobre & Cleide Maria R. de Albuquerque) 391
- Capítulo 10.** Diversidade de formigas em diferentes unidades de paisagem da Caatinga (Inara R. Leal) 435
- Capítulo 11.** Composição e análise comparativa da diversidade e das afinidades biogeográficas dos lagartos e anfisbenídeos (Squamata) dos brejos nordestinos (Diva Maria Borges-Nojosa & Ulisses Caramaschi)..... 463

SEÇÃO III

PROCESSOS ECOLÓGICOS

- Capítulo 12.** Recursos florais e sistemas de polinização e sexuais em Caatinga (Isabel Cristina Machado & Ariadna Valentina Lopes)..... 515

Capítulo 13. Variação no modo de dispersão de espécies lenhosas em um gradiente de precipitação entre floresta seca e úmida no nordeste do Brasil (Adriano Vicente, André Mauricio Melo Santos & Marcelo Tabarelli)	565
Capítulo 14. Dispersão de sementes por formigas na Caatinga (Inara R. Leal)	593
Capítulo 15. Estratégias de germinação e crescimento de espécies lenhosas da Caatinga com germinação rápida (Dilosa Carvalho de Alencar Barbosa)	625
Capítulo 16. Fenologia de espécies lenhosas da Caatinga (Dilosa Carvalho de Alencar Barbosa, Marlene Carvalho de Alencar Barbosa & Lilian Cristine Marinho de Lima)	657
Capítulo 17. Herbivoria por caprinos na Caatinga da região de Xingó: uma análise preliminar (Inara R. Leal, Adriano Vicente & Marcelo Tabarelli).....	695

SEÇÃO IV

ESTRATÉGIAS PARA CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE

Capítulo 18. Quanto ainda resta da Caatinga? Uma estimativa preliminar (Carlos Henrique Madeiros Castelletti, André Mauricio Melo Santos, Marcelo Tabarelli & José Maria Cardoso da Silva)	719
Capítulo 19. Variáveis múltiplas e desenho de unidades de conservação: uma prática urgente para a Caatinga (André Mauricio Melo Santos & Marcelo Tabarelli)	735
Capítulo 20. Áreas e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Caatinga (Marcelo Tabarelli & José Maria Cardoso da Silva).....	777
Autores	797

Sumário

Prefácio

Para falar da Caatinga antes de mais nada há que se despir de alguns preconceitos, principalmente daqueles relacionados aos aspectos da pobreza paisagística e da biodiversidade, características adotadas por quem desconhece a riqueza e importância da “Mata Branca”.

O desafio proposto pelos autores desta obra é mais um esforço no sentido de agregar contribuições tanto dos cidadãos comuns como de cientistas e estudiosos que, de uma forma ou de outra, primeiro analisam a Caatinga com os olhos do coração, para, num segundo momento, conhecer os seus segredos com os olhos da razão.

Embora a diversidade de plantas e animais em ambientes áridos e semi-áridos seja menor que nas luxuriantes florestas tropicais, os desertos apresentam plantas e animais adaptados a suas condições extremas, o que os torna ambientes com alta taxa de endemismos de fauna e flora.

No Brasil, não existem desertos, mas uma região semi-árida, com características e espécies únicas. A Caatinga é o único bioma restrito ao território brasileiro, ocupando basicamente a Região Nordeste, com algumas áreas no Estado de Minas Gerais.

A vegetação da Caatinga não apresenta a exuberância verde das florestas tropicais úmidas e o aspecto seco das fisionomias dominadas por cactos e arbustos sugere uma baixa diversificação da fauna e flora. Para desvendar sua riqueza, é necessário um olhar mais atento, mais aberto. Assim ela revela sua grande biodiversidade, sua relevância biológica e sua beleza peculiar.

Prefácio

Merece destaque a multiplicidade de comunidades vegetais, formadas por uma gama de combinações entre tipos edáficos e variações microclimáticas. São inúmeras e de grande interesse a variedade de estratégias para sobreviverem aos períodos de carência de chuvas que as espécies apresentam. Muitas plantas perdem suas folhas para reduzir a perda de água nos períodos de estresse hídrico, renovando-as quando as chuvas chegam de uma forma tão rápida e espetacular que a paisagem muda quase que da noite para o dia; diversas ervas apresentam ciclos de vida anuais, crescendo e florescendo no período das águas; os cactos e bromélias acumulam água em seus tecidos e há uma predominância de arbustos e arvoretas na paisagem. Além disso, existe na Caatinga uma proporção expressiva de plantas endêmicas. Diversas destas plantas são comumente utilizadas pela população por suas propriedades terapêuticas.

Dentre a fauna, os répteis e anfíbios merecem destaque. São conhecidas para a região semi-árida 97 espécies de répteis e 45 de anfíbios. No que se refere às aves, existem espécies endêmicas e a riqueza de uma mesma localidade pode ultrapassar 200 espécies. Poucos são os mamíferos endêmicos da Caatinga, mas nesta região muito ainda está para se descobrir, aguardando a realização de mais estudos.

Contrastando com a relevância biológica da Caatinga, o bioma pode ser considerado um dos mais ameaçados do Brasil. Grande parte de sua superfície já foi bastante modificada pela utilização e ocupação humana e ainda muitos estados são carentes de medidas mais efetivas de conservação da diversidade, como a criação de unidades de conservação de proteção integral. Hoje em dia já é muito difícil encontrar remanescentes da vegetação nativa maiores que 10 mil hectares e os mais expressivos estão nos estados da Bahia e Piauí.

Prefácio

A feliz iniciativa de reunir as informações obtidas em outros estudos para compor os capítulos deste livro é, antes de mais nada, uma maneira de se desfazer o mito de que a Caatinga é um bioma pobre quanto à biodiversidade e importância biológica e, a partir daí, incentivar a busca de novos conhecimentos e a definição de estratégias e mecanismos que garantam a conservação efetiva e eficiente da rica biodiversidade que compõe este bioma e dos quase 30 milhões de cidadãos que vivem e dependem da sua boa qualidade.

O tratamento dispensado à Caatinga nesta obra, retrata a sensibilidade dos autores em enxergarem o diferente com respeito e como uma oportunidade de enriquecimento do conhecimento humano sobre todos os aspectos que um bioma tão singular pode proporcionar.

Marcus Luiz Barroso Barros

*Presidente do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos
Recursos Naturais Renováveis*

Brasília, DF

Prefácio

XII

ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA CAATINGA: UMA INTRODUÇÃO AO DESAFIO

Inara R. Leal, Marcelo Tabarelli & José Maria Cardoso da Silva

O estudo e a conservação da diversidade biológica da Caatinga é um dos maiores desafios da ciência brasileira. Há vários motivos para isto. Primeiro, a Caatinga é a única grande região natural brasileira cujos limites estão inteiramente restritos ao território nacional. Segundo, a Caatinga é proporcionalmente a menos estudada entre as regiões naturais brasileiras, com grande parte do esforço científico estando concentrado em alguns poucos pontos em torno das principais cidades da região. Terceiro, a Caatinga é a região natural brasileira menos protegida, pois as unidades de conservação cobrem menos de 2% do seu território. Quarto, a Caatinga continua passando por um extenso processo de alteração e deterioração ambiental provocado pelo uso insustentável dos seus recursos naturais, o que está levando à rápida perda de espécies únicas, à eliminação de processos ecológicos chaves e à formação de extensos núcleos de desertificação em vários setores da região.

Para ampliar o interesse da comunidade científica pela Caatinga é necessário estruturar o conhecimento já existente em um formato adequado para permitir a identificação e compreensão dos grandes

padrões e processos ecológicos e evolutivos que operam na região. Este livro é um caminho nessa direção. Para compô-lo, reunimos informações de quatro fontes principais: (a) estudos desenvolvidos durante o projeto “Padrões de Biodiversidade como Instrumento de Gestão Ambiental na Caatinga”, financiado pelo Programa Nordeste de Pesquisa e Pós-Graduação, do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq); (b) estudos desenvolvidos no Programa Xingó entre 1999 e 2001 e apoiados através do convênio entre o CNPq e a Companhia Hidroelétrica do São Francisco (CHESF); (c) alguns relatórios temáticos preparados para o subprojeto “Avaliação e Identificação de Áreas Prioritárias, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade do bioma Caatinga”, patrocinado pelo Ministério do Meio Ambiente e (d) artigos independentes produzidos especialmente para esta obra.

O livro foi dividido em quatro seções. A primeira seção apresenta seis capítulos sobre os grandes padrões de diversidade e endemismo em diferentes grupos de organismos (plantas lenhosas, abelhas, peixes, répteis, anfíbios, aves e mamíferos) na Caatinga. Esta seção é uma excelente introdução para todos os interessados na origem e evolução da biota da Caatinga. A segunda seção é composta por cinco capítulos que apresentam os padrões e processos responsáveis pelas diferenças na diversidade e composição das espécies em plantas lenhosas, coleópteros, formigas, lagartos e anfisbenídeos em uma escala local, ou seja, entre os diferentes tipos de habitats existentes em uma região delimitada da Caatinga. Estes estudos jogam por terra a idéia de uma caatinga homogênea e pouco diversa e abrem a possibilidade para um novo paradigma sobre a heterogeneidade

ambiental nesta escala espacial na região. A terceira seção apresenta seis capítulos sobre os principais processos ecológicos responsáveis pela manutenção da diversidade atual de plantas na Caatinga, tais como polinização, dispersão, germinação e crescimento, fenologia e herbivoria. Estes capítulos são essenciais para compreender como as relações entre plantas e animais interagem de forma positiva para manter ou mesmo reduzir (no caso da herbivoria por caprinos, um conjunto de espécies exóticas à região) a diversidade. Por fim, a quarta seção, composta por três capítulos, apresenta um conjunto de propostas para balizar estratégias eficientes de conservação para a Caatinga, levando em conta critérios internacionais amplamente aceitos para o desenho de sistemas adequados de áreas protegidas, tais como: (a) representatividade e balanço; (b) adequabilidade; (c) coerência e complementaridade; (d) consistência; e (e) efetividade de custo, eficiência e equidade.

Esperamos que este livro seja suficiente para refutar de uma vez por todas a falsa noção de que a Caatinga é uma região pobre em espécies e endemismos, e, por isso, homogênea e desinteressante para pesquisas que visam compreender os intrincados processos evolutivos e ecológicos que deram origem e ajudam a manter a extraordinária diversidade biológica sul-americana. Além disso, esperamos que, a partir das informações apresentadas neste livro, a sociedade brasileira passe a reconhecer a Caatinga como um dos seus mais importantes patrimônios naturais e que promova um grande esforço para expandir consideravelmente o sistema de unidades de conservação na região. Gostaríamos de agradecer ao CNPq pelo financiamento do projeto que deu origem a esta obra, a Editora da Universidade Federal de

I. R. Leal et al.

Pernambuco pela diagramação e impressão do livro, aos autores por atender ao nosso convite e aos inúmeros revisores pela extraordinária contribuição à qualidade desta obra. Gostaríamos de agradecer, também, ao Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste, a Conservation International do Brasil e a The Nature Conservancy pelo apoio a publicação desta obra.

Introdução

XVII

SEÇÃO I

Padrões de Diversidade e Distribuição de Espécies em Escala Regional

AS CAATINGAS DA AMÉRICA DO SUL

Darién E. Prado

Introdução

A província das Caatingas no nordeste do Brasil estende-se de 2°54' a 17°21' S (estimada em cerca de 800.000 km² pelo IBGE 1985) e inclui os estados do Ceará, Rio Grande do Norte, a maior parte da Paraíba e Pernambuco, sudeste do Piauí, oeste de Alagoas e Sergipe, região norte e central da Bahia e uma faixa estendendo-se em Minas Gerais seguindo o rio São Francisco, juntamente com um enclave no vale seco da região média do rio Jequitinhonha (Figura 1). A ilha de Fernando de Noronha também deve ser incluída (Andrade-Lima 1981).

O nome “caatinga” é de origem Tupi-Guarani e significa “floresta branca”¹, que certamente caracteriza bem o aspecto da vegetação na estação seca, quando as folhas caem (Albuquerque & Bandeira 1995) e apenas os troncos brancos e brilhosos das árvores e arbustos permanecem na paisagem seca. Martius se refere às Caatingas como Hamadryades ou pelas frases descritivas “silva horrida” ou “silva aestu aphylla”, a última (a floresta sem folhas no verão) seguindo o costume local de tratar a estação chuvosa das

¹ A etimologia Tupi-Guarani consiste das partículas *ca'a*, planta ou floresta; *tí*, branco (derivado de *morotí*, branco); e o sufixo *'ngá* (de *angá*), que lembra, perto de (Peralta & Osuna, 1952). Assim, “a floresta esbranquiçada”.

D. E. Prado

Caatingas como inverno, apesar de, na verdade, este período coincidir com o solstício de verão.

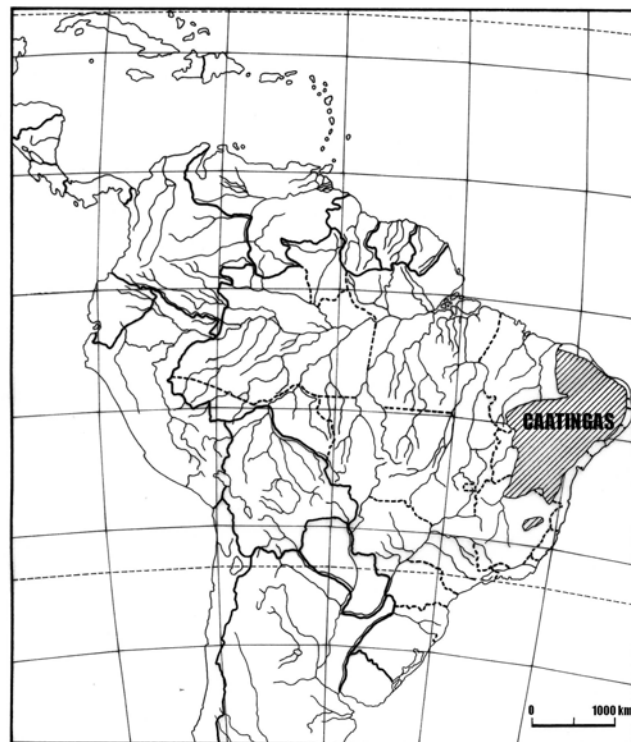


Figura 1. Localização das Caatingas na América do Sul.

Axiomático a qualquer estudo florístico é a questão do que é a província fitogeográfica como uma abstração. Assim, o conceito proposto por Braun-Blanquet (1919, *sub* “Domaine”), depois modificado por Takhtajan (1986), é seguido. Este sistema consiste na subdivisão da flora do mundo em áreas ordenadas em categorias hierárquicas de acordo com o seu grau de endemismo florístico. Então, o sistema compreende “reinos”, caracterizados por famílias

endêmicas, subfamílias e tribos; “regiões”, estabelecidas com base no elevado número de endemismos de gêneros e espécies (e algumas vezes de pequenas famílias); “províncias” são subdivisões de regiões nas quais o endemismo de gênero é menos relevante e consiste em um número reduzido de gêneros endêmicos monotípicos e oligotípicos, mas nos quais endemismos de espécies são abundantes e particulares (Takhtajan 1986).

É importante notar que as províncias fitogeográficas não necessariamente coincidem com as regiões geográficas que podem possuir o mesmo nome. Assim, as áreas geográficas da América do Sul caracterizadas como Pampas, Patagônia, Amazônia ou Chaco não implicam em uma vegetação homogênea ou equivalente com as províncias fitogeográficas. O uso incorreto de regiões geográficas como sinônimos de unidades de vegetação tem sido salientado por Castellanos (1960) e Kuhlmann & Correia (1982); isto de fato tem ocorrido com as Caatingas.

Infelizmente, a denominação “caatinga” tem sido muito usada para a região geográfica no nordeste do Brasil, e isto tem gerado algumas confusões (Castellanos 1960). O conceito de região das Caatingas inclui áreas tais como a chapada do Araripe, com vegetação de Cerrado, ou outras áreas mais úmidas dos “brejos” de Pernambuco, com florestas úmidas. Porém, o conceito exclui áreas que, apesar de floristicamente serem parte da vegetação de caatinga, não são consideradas dentro da região geográfica, tais como o vale seco do rio Jequitinhonha em Minas Gerais (*e.g.*, Sampaio 1995) ou certas regiões da bacia Rio Grande no oeste da Bahia. Deve-se enfatizar que o conceito fitogeográfico de Caatinga aqui usado não inclui as caatingas amazônicas (*sensu* Anderson 1981), que representam um tipo floristicamente não relacionado com florestas de troncos brancos restritas às areias brancas extremamente distróficas na região Amazônica. Seguindo-

se Andrade-Lima (1966a), aceita-se que a província deva ser chamada de “Caatingas”, no plural, uma vez que esta inclui várias fisionomias diferentes de vegetação, bem como numerosas fácies (denominadas de mosaicos de vegetação por Sampaio 1995), que são geralmente referidas como “caatinga” adicionando-se epítetos vernaculares ou técnicos (*e.g.*, “caatinga arbórea”).

Muito esforço tem sido feito para classificar a vegetação do mundo de acordo com a sua fisionomia (Schimper 1903, Drude 1913, Trochain 1957, Ellenberg & Mueller-Dombois 1967). Alguns autores têm criado classificações fisionômicas hierárquicas da vegetação a nível continental (Beard 1944, 1955, Smith & Johnston 1945, Eiten 1974) ou brasileiro (Castellanos 1960, Rizzini 1963, Veloso & Góes-Filho 1982, Eiten 1983). No presente trabalho, nenhuma tentativa é direcionada a fim de analisar estes sistemas, embora Eiten (1974, 1983) provavelmente forneça o mais detalhado e útil inventário dos diferentes tipos estruturais de vegetação de caatinga. Em outro extremo, é muito difícil aceitar o uso da palavra estepe para denominar esta formação como empregado pelo RADAMBRASIL (Veloso & Góes-Filho 1982, RADAMBRASIL 1983), usada de forma ampla a partir do acordo Yangambi (Trochain 1957). As estepes russas e siberianas são campos, às vezes com arbustos baixos espalhados, que sofrem um inverno rigoroso com o solo congelado, e seu uso para a caatinga já foi contestado por Kuhlmann (1974). Contudo, este é um termo puramente geográfico e o seu uso para a fisionomia de vegetação tem sido rejeitado (Tanfiljew 1905, Cain & Castro 1959).

Geologia e geomorfologia das Caatingas

No nordeste do Brasil a maior parte das caatingas é localizada nas depressões interplanálticas (Ab’Sáber 1974), porém, há algumas exceções, tais como a chapada baixa do raso da

Catarina (Bahia), a faixa da Borborema na Paraíba, ou o platô Apodi no Rio Grande do Norte, onde a vegetação de caatinga é encontrada não apenas nas depressões, mas também nos planaltos (Andrade-Lima 1981). No geral, esta província estende-se ao longo de pediplanos ondulados (Andrade & Lins 1965), expostos a partir de sedimentos do Cretáceo ou Terciário que cobriam o escudo brasileiro basal do pré-cambriano (Cole 1960). Um grande processo de pediplanação ocorreu durante o Terciário superior e Quaternário inferior (Ab'Sáber 1974) para descobrir as superfícies atuais de rochas cristalinas do Pré-Cambriano (gnaisse, granitos e xistos), deixando apenas vestígios isolados das superfícies mais jovens por toda a parte das Caatingas. Estes remanescentes são caracterizados como *inselbergs* (tais como os de Quixadá - Ceará, e Patos - Paraíba), serras ou chapadas, em ordem de erosão decrescente. Desta forma, as chapadas ainda apresentam características completas das superfícies sedimentares de arenito originais do Terciário, enquanto que as serras indicam um estágio mais avançado do processo de pediplanação e os *inselbergs* são os últimos remanescentes a serem erodidos. No geral, a vegetação varia do mesmo jeito, com vegetação de cerrado no topo dos tabuleiros, tais como a chapada do Araripe e os tabuleiros costeiros, florestas úmidas perenifólias ou semidecíduas nos topos das serras (tais como os brejos de Pernambuco; ver Andrade-Lima 1964a, Andrade & Lins 1964, Ferraz *et al.* 1998), e florestas secas ou formações de caatinga arbórea nas encostas e nos *inselbergs* (Figura 2, redesenhado de Cole 1960). Há algumas áreas sedimentares dentro das Caatingas, tais como as áreas costeiras e a bacia do rio Mossoró no Rio Grande do Norte (Andrade-Lima 1964b) e o raso da Catarina bem como as regiões sob influência do rio São Francisco na Bahia.

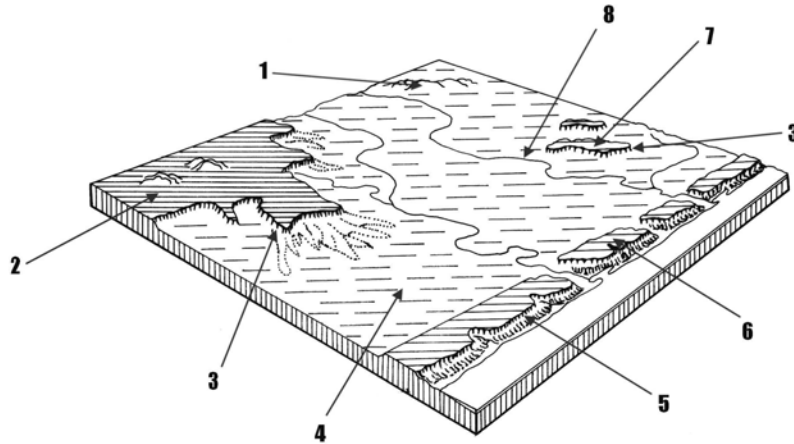


Figura 2. Relação entre a vegetação e a geomorfologia no nordeste do Brasil (redesenhado de Cole 1960). (1) floresta de caatinga nas encostas de serras; (2) cerrados na superfície “Sul-Americana”; (3) floresta de caatinga ou floresta seca em encostas; (4) caatinga arbustiva na superfície Paraguaçu; (5) floresta tropical recobrendo área exposta na zona costeira; (6) cerrado nos tabuleiros costeiros; (7) cerrado em remanescentes da superfície das Velhas e (8) florestas de galeria.

Como resultado da origem do substrato das Caatingas, os solos são pedregosos e rasos, com a rocha-mãe escassamente decomposta a profundidades exíguas e muitos afloramentos de rochas maciças (Tricart 1961, Ab’Sáber 1974). O interior levemente ondulado e montanhoso, tão caracteristicamente chamado de sertão, originou-se no processo de pediplanação seguindo dois tipos principais de processos erosivos (Tricart 1961): *esfoliação milimétrica*, peculiar a esta província e com apenas alguns milímetros de profundidade, resulta em areias abundantes levadas pelas águas correntes dos pedimentos, modelando as planícies inclinadas típicas da topografia do semi-árido do nordeste

do Brasil; e *esfoliação métrica*, cerca de um metro de profundidade e explorando fissuras paralelas à superfície, produz grandes rochas encontradas nas bases dos *inselbergs* e montes cristalinos.

A ação morfogênica da água corrente apresenta três formas principais (Tricart 1961): a) em serras cristalinas com rochas nuas abundantes: existe uma drenagem rápida e imediata da água da chuva, com poucos efeitos mecânicos, porém, apresentando, na sua maior parte, corrosão química; b) drenagem difusa ao longo dos pedimentos: a água corrente transporta as partículas mais finas (argila, silte, areia fina) e deixa para trás areia grossa, cascalho e pedras caracterizando as extensas plataformas de detritos; c) concentração de fluxos descendentes de águas correntes das planícies inclinadas: onde se unem para cortar pequenos vales com drenagem temporária. A hidrografia da região consiste em cursos de água intermitentes sazonais com drenagem exorréica (Ab'Sáber 1974); nos anos mais secos, os rios nas áreas afetadas se tornam esporádicos ou efêmeros. Tais rios fluem durante a estação chuvosa, mas logo após desaparecem gradualmente. Durante esta fase terminal anual, os rios parecem receber um resíduo alimentar de um lençol freático cheio. Uma inversão hidrológica ocorre tão logo as chuvas cessem, sendo responsável pelo desaparecimento dos cursos de água: os rios retroalimentam os lençóis freáticos e permanecem secos até a próxima estação chuvosa.

Cailleux & Tricart (1959) postularam que, durante o Quaternário, as Caatingas não sofreram mudanças climáticas acentuadas que afetaram outras áreas do Brasil. A única evidência de uma flutuação pleistocênica foi fornecida por certas camadas localizadas de seixos que parecem ser produtos de um regime mais torrencial. Porém, há evidências indicando que o nordeste do Brasil teve um clima muito mais seco durante certos períodos do Quaternário, originando os campos de paleo-dunas de Xique-

Xique, Bahia (Ab'Sáber 1977, Tricart 1985, Clapperton 1993). Estas formações eólicas devem ter se originado quando o alóctone rio São Francisco, o único maior rio perene que cruza as Caatingas, secou completamente no seu curso médio (provavelmente próximo à localidade de Barra, Bahia), e os sedimentos arenosos e aluviais previamente espalhados na área foram modelados em dunas especialmente por ventos leste e sudeste (Tricart 1985, Barreto *et al.* 1999). Supõe-se que o São Francisco médio e seus tributários estão atualmente em um limite climático de exorreísmo, e que qualquer queda permanente na precipitação irá resultar em condições endorréicas (Tricart 1985), com aumentos subseqüentes de salinidade.

Apesar de que este campo de dunas seja geralmente atribuído ao Pleistoceno (Clapperton 1993), Colinvaux *et al.* (2001) pensam o contrário, com base em trabalhos recentes (Barreto *et al.* 1999, Oliveira *et al.* 1999). Estes últimos autores realizaram uma investigação profunda utilizando datação de termoluminescência de amostras de areias e por turfas datadas com ^{14}C no vale do rio Icatu. Seus dados sugerem atividade intermitente ao longo de todo o Pleistoceno e nos períodos do Terciário, enquanto que a datação de radiocarbono mostra que estas dunas foram ativas pela última vez há cerca de 2000 anos, sendo provavelmente intermitentemente ativas durante todo Holoceno (Colinvaux *et al.* 2001).

Clima

As Caatingas semi-áridas, comparadas a outras formações brasileiras, apresentam muitas características extremas dentre os parâmetros meteorológicos: a mais alta radiação solar, baixa nebulosidade, a mais alta temperatura média anual, as mais baixas taxas de umidade relativa, evapotranspiração potencial mais

elevada, e, sobretudo, precipitações mais baixas e irregulares, limitadas, na maior parte da área, a um período muito curto no ano (Reis 1976). Fenômenos catastróficos são muito frequentes, tais como secas e cheias, que, sem dúvida alguma, têm modelado a vida animal e vegetal particular das Caatingas. Contudo, é a ausência completa de chuvas em alguns anos que caracterizam a região, mais do que a ocorrência local rara de um nível triplo ou duplo de precipitação (Nimer 1972). Para coordenar o estudo das secas cíclicas sucessivas, foram passadas leis ao governo brasileiro para delimitar o Polígono das Secas, que hoje coincide aproximadamente com a província fitogeográfica das Caatingas (Figura 3).

A natureza semi-árida desta área resulta principalmente da predominância de massas de ar estáveis empurradas para o sudeste pelos ventos Alísios, que têm sua origem na ação do anticlone do Atlântico sul. Todo o leste costeiro do Brasil consiste em uma faixa estreita de terras baixas atrás das quais há uma faixa de montanhas estendendo-se do Rio Grande do Norte até o Rio Grande do Sul: a serra do Mar. Quando as massas de ar Atlântico-Equatoriais carregadas de vapor de água são transportadas pelos ventos Alísios contra a costa do nordeste do Brasil, são adiabaticamente umedecidas e precipitam anualmente cerca de 2000 mm de chuva. Esta é a área da Mata Atlântica, onde o sistema Atlântico-Equatorial perde a maior parte da sua umidade, enquanto que nas áreas de sombra de chuva das faixas de montanhas, as Caatingas estão submetidas ao efeito de massas de ar secas e estáveis (Andrade & Lins 1965). É apenas quando a última encontra algumas das poucas elevações resultantes do processo de pediplanação que ocorrem os brejos, como ilhas de vegetação úmida dentro da região de semi-árido (Andrade-Lima 1964a, Andrade & Lins 1964), uma vez que novamente a massa de ar é

aumentada e umedecida e deposita sua água remanescente nestas regiões. A zona de baixa pressão, conhecida como Zona de Convergência Inter-tropical ou Frente Inter-tropical, ocorre onde os ventos Alísios de ambos os hemisférios se encontram, posicionando-se quase que paralelo ao Equador, a cerca de 10°N. Durante o verão, esta linha de encontro move-se para o sul do Equador, trazendo alta instabilidade ao clima da metade norte da Caatinga de fevereiro a abril, que representa a estação chuvosa na maior parte do nordeste do Brasil. A massa úmida equatorial continental origina-se ao longo da Amazônia, produzindo fortes chuvas de convecção, e pode alcançar as Caatingas do oeste de novembro a janeiro, particularmente quando ocorre em conjunto com o deslocamento em direção ao sul da Convergência Inter-tropical. Assim, a estação chuvosa segue uma seqüência de novembro a janeiro no oeste e sudoeste, até fevereiro ou abril no norte e nordeste, dependendo da penetração de duas massas úmidas instáveis provenientes do norte e do oeste, assim como da sua habilidade em deslocar a massa seca e estável trazida pelos ventos Alísios. Secas catastróficas ocorrem quando as anteriores são incapazes de alcançar as Caatingas devido aos últimos (Andrade & Lins 1965, Reis 1976). O impacto do fenômeno de Oscilação Sul do El Niño (ENSO) no nordeste do Brasil pode apenas ser presumido até o momento, embora ocorrências repetidas de ENSO têm sido postuladas para as Caatingas baseadas na presença de fragmentos de carvão juntamente com achados similares em outras regiões do Brasil (Barreto *et al.* 1996), indicativo de climas mais secos e de queimadas mais freqüentes.

Foi demonstrado anteriormente (Nimer 1972, Reis 1976, Andrade-Lima 1981) que o conceito fitogeográfico de Caatinga geralmente aceito coincide aproximadamente com as isoietas de chuvas de 1000 mm (Figura 4). Cerca de 50% da área recebe menos de 750 mm, enquanto certas regiões localizadas têm menos

1. As Caatingas da América do Sul

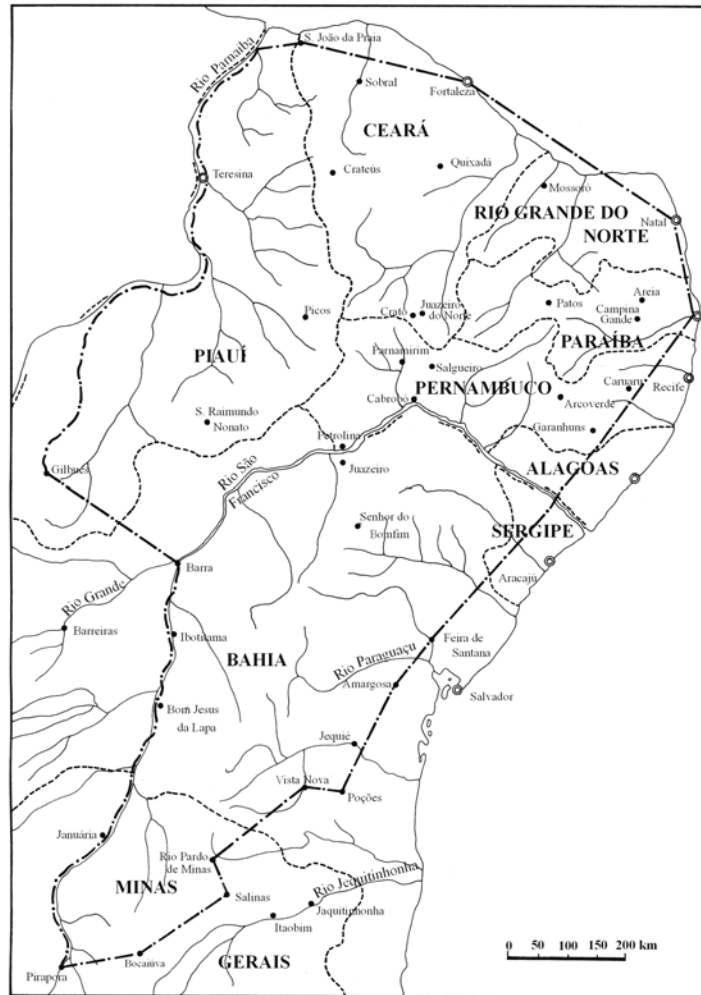


Figura 3. O “Polígono das Secas” do nordeste do Brasil. Redenhado de Andrade-Lima (1981).

de 500 mm, tais como o raso da Catarina, juntamente com uma grande área central dos estados de Pernambuco e Paraíba (Figura 4). Contudo, não é a quantidade total de chuva anual que mais importa, mas sim a distribuição anual e o desvio da moda.

A figura 5 mostra que quase toda a área sob estudo sofre uma concentração de 50 a 70% de chuva em três meses consecutivos, assim constituindo um clima sazonal muito forte. Em toda a parte da área, a duração da estação seca é muito variável, na faixa de dois a três meses nos brejos úmidos, de seis a nove meses na maior parte da região e até 10 a 11 meses no raso da Catarina (Nimer 1972). Em geral, o período seco aumenta da periferia para o centro do sertão (Nimer 1972, Nishizawa 1976). A característica mais marcante deste clima é o sistema de chuvas extremamente irregular de ano a ano, com a média de desvio anual (expressa como porcentagem) de 20 a mais de 50% (Figura 6). Além disso, tais setores com desvios mais elevados de chuvas estão ligados em geral àqueles com o total anual menor, com alta concentração em três meses e períodos secos mais longos (Nimer 1972). Contudo, uma vez que o desvio representa uma média, ele não mostra quão marcante é esta irregularidade. Por exemplo, no regime de chuvas característico de Sobral, Ceará, uma localidade emblemática de Caatinga com variação anual extrema, durante o período de 1934-52 é observada uma grande variação de 363 a 1348 mm (dados de Guerra 1955), apesar de a média ser em torno de 750 mm (Kirmse *et al.* 1983).

1. As Caatingas da América do Sul

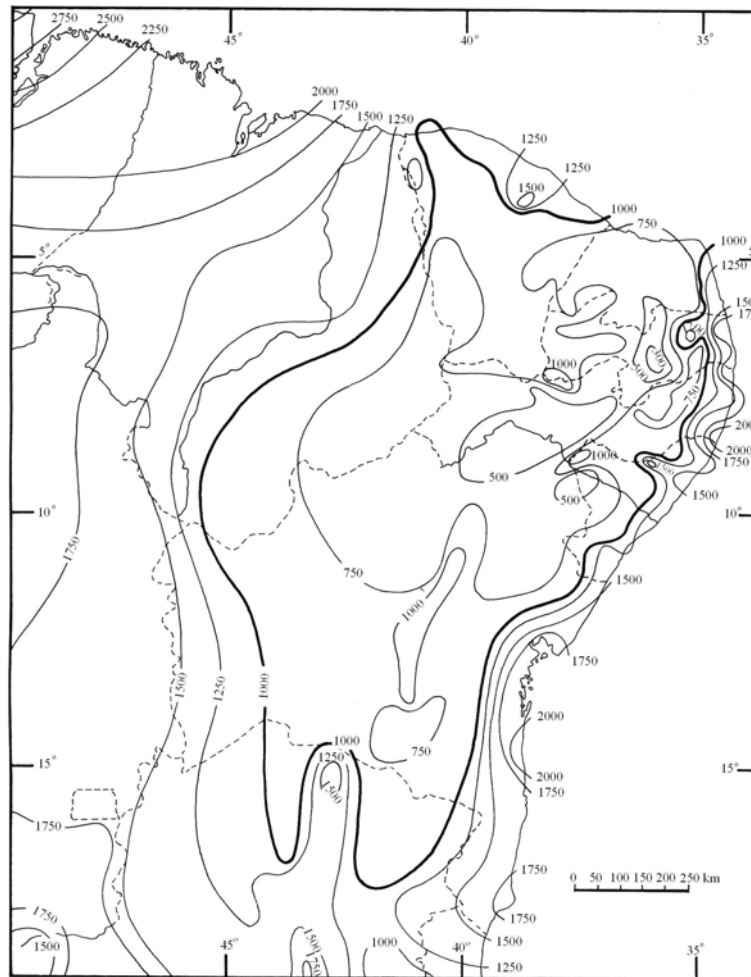


Figura 4. Iso-linhas de precipitação para o nordeste do Brasil (isoieta de 1000 mm destacada). Modificado de Nimer (1972).

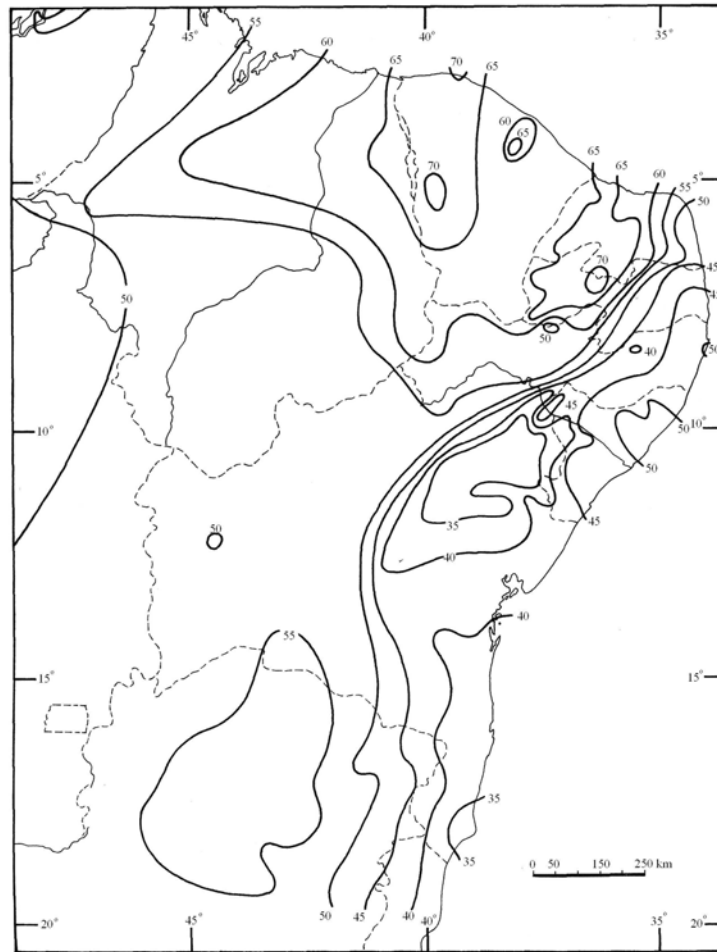


Figura 5. Percentagem de concentração de chuvas em três meses consecutivos no nordeste do Brasil. Modificado de Nimer (1972).

Até o momento, nenhuma geada foi registrada para as Caatingas, e as temperaturas mais baixas dentro da região (4°C) ocorrem como um efeito da altitude em algumas serras (Figura 7). As médias absolutas máximas são raramente superiores a 40°C (Figura 8), e ainda são restritas a regiões mais secas (baixo São Francisco e o vale do rio Jequitinhonha em Minas Gerais), enquanto que nas áreas mais úmidas fora das Caatingas, tais como os estados do Pará ou Goiás, temperaturas maiores do que 40 ou 42°C são muito mais freqüentes (Nimer 1972). Temperaturas médias anuais muito elevadas é outra característica marcante das Caatingas (Reis 1976), com valores entre 26 a 28°C (Nimer 1972). Entretanto, todas as áreas superiores a 250 m de altitude têm temperaturas médias mais baixas (20 – 22°C).

Solos

Os fatores morfogenéticos que dão origem aos solos atuais das Caatingas foram explicados acima com relação ao material de origem (rochas pré-cambrianas cristalinas e setores sedimentares localizados). As superfícies das rochas, que devem gerar os solos subseqüentes sob ação do clima, são alcalinas, mas a chuva produz uma dissolução das bases que são lixiviadas e então um microambiente ácido é criado. A formação de argilas inicia-se em rochas que sofrem ação do clima, mas o pH principal (devido à presença ou ausência de bases) irá determinar a sua natureza; em meios ácidos a caolinita é formada, enquanto montmorilonita irá predominar se as chuvas forem insuficientes para lixiviar os sais. De acordo com Tricart (1972) “Este é um critério certo para delimitar os trópicos úmidos da zona de semi-árido. Nas regiões das Caatingas do Brasil [...] filmes de sal se acumulam entre as serras cristalinas, indicando uma insuficiência na lixiviação dos sais. A caolinita não pode ser formada nestas circunstâncias”.

Assim, a argila predominante a ser encontrada é a montmorilonita, responsável por um tipo particular de solos, grumossolos ou vertissolos, que são muito comuns em plataformas inter-fluviais ao longo do pediplano das Caatingas. De fato, os vertissolos têm sido considerados os solos climatogênicos nesta área (Ab'Sáber 1974, 1977).

A origem geomorfológica e geológica das Caatingas têm resultado em vários mosaicos de solos complexos com características variadas mesmo dentro de pequenas distâncias (Sampaio 1995), como mostrado pelo mapa intrincado de solos do IBGE (1985). Talvez a classe de solos mais comum seja a dos marrons sem cálcio (Beek & Bramao 1968, Bautista 1986), freqüentemente variando de Vérticos com características intermediárias a vertissolos (Figueiredo-Gomes 1981), com um horizonte B textural e pedras e pedregulhos característicos na superfície. Dada a natureza desta região, entissolos e, particularmente, latossolos são muito abundantes, derivados de rochas-mãe sob ação do clima. Afloramentos extensivos de rochas são regionalmente chamados de “lajedos”, que atuam ecologicamente como meios desérticos e como locais onde só plantas suculentas são encontradas. Pedimentos cobertos por camadas mais ou menos contínuas de pedras (pavimentos desérticos) também são freqüentes. Solos incipientes podem ser encontrados sob camadas de pedras de alguns litossolos, e são freqüentes pequenas áreas com finos vertissolos ou solos alcalinos moderadamente profundos (Ab'Sáber 1974) na mistura de solos resultante de diferentes fases erosivas (Beek & Bramao 1968). Alguns solos Solonetz, com elevada concentração de argila e sódio no horizonte B, ocorrem em áreas localizadas do Ceará e Bahia (Ab'Sáber 1974) e, no Rio Grande do Norte, em áreas mais extensas no vale do rio Mossoró (Figueiredo 1987).

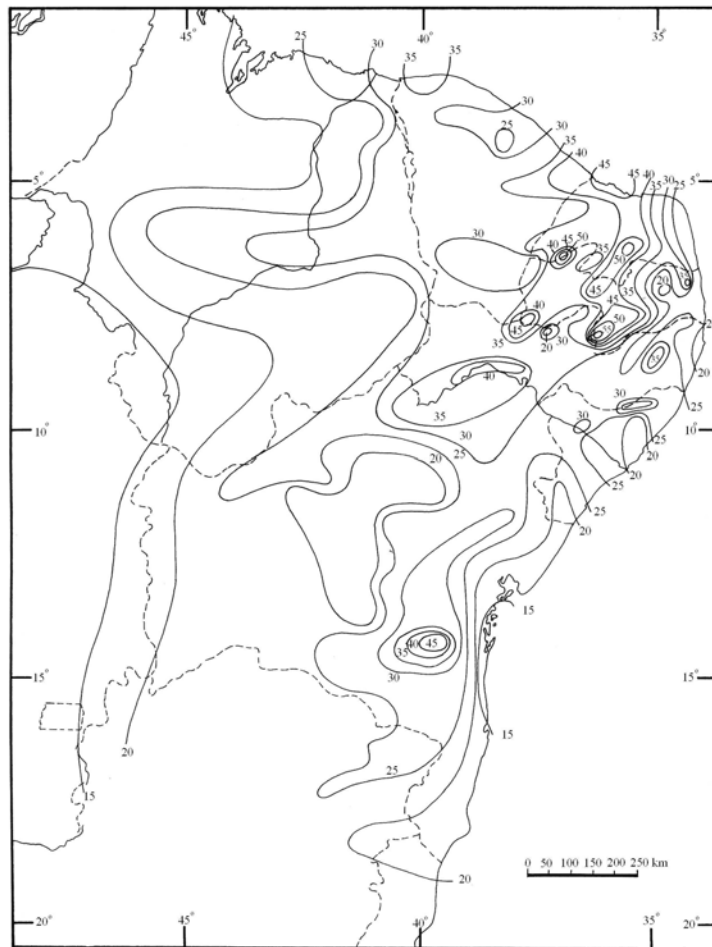


Figura 6. Percentagem anual do desvio da média de chuvas no nordeste do Brasil. Modificado de Nimer (1972).

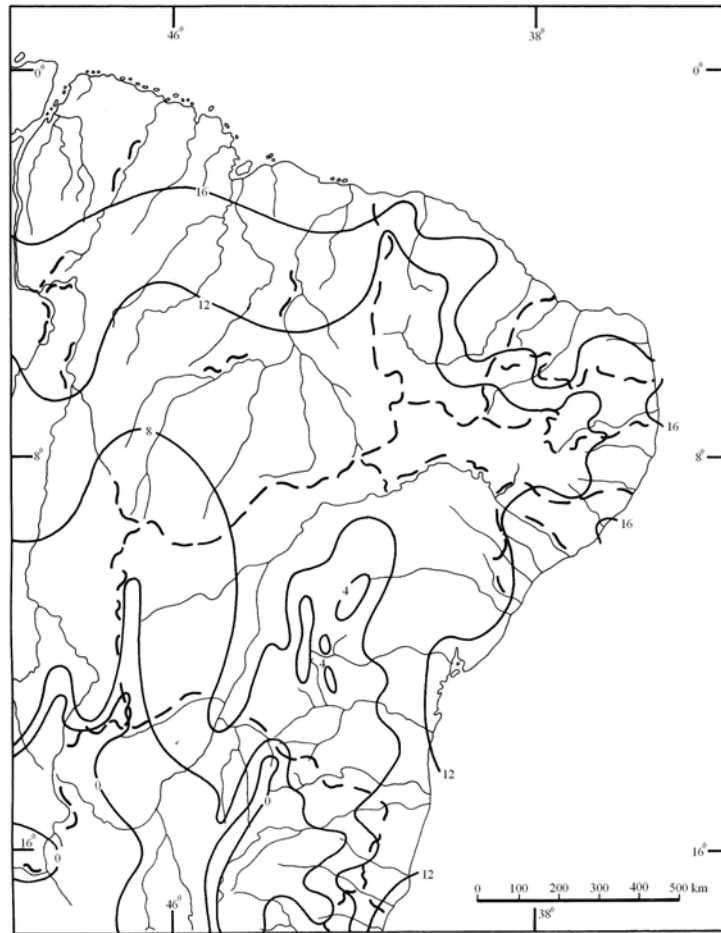


Figura 7. Temperatura anual mínima absoluta no nordeste do Brasil. Modificado de Nimer (1972).

1. As Caatingas da América do Sul

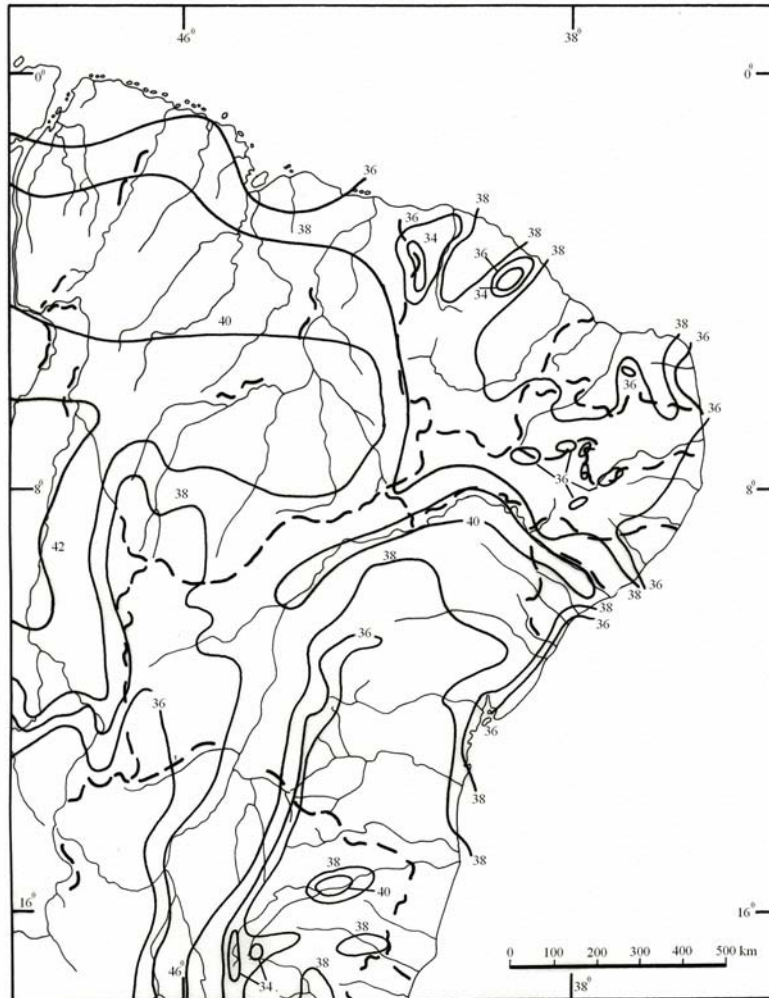


Figura 8. Temperatura anual máxima absoluta no nordeste do Brasil. Modificado de Nimer (1972).

Podem ocorrer também áreas muito restritas localmente chamadas de “salgados”, onde rios intermitentes não alcançam o rio principal. Contudo, deve ser enfatizado que é só o caráter exorréico da drenagem das Caatingas que faz com que os solos halomórficos não sejam uma característica mais destacada desta região (Ab’Sáber 1974, 1977).

Vale a pena também notar a presença de áreas mais isoladas com solos vermelhos (latossolos vermelho escuros, em Bautista 1986) com horizonte B prismático, que são principalmente localizados em áreas mais elevadas das depressões interplanálticas (Ab’Sáber 1974) e que representam remanescentes do que tem sido chamado de “superfície velha do sertão” que não sofreram pediplanação completa. Tais solos vermelhos, também relatados por Tricart (1961), são aparentemente solos paleofer-rálticos verdadeiros, e são encontrados no leste de Pernambuco, Alagoas e Rio Grande do Norte, onde eles são cobertos por uma caatinga arbórea densa. A existência desses solos em uma região de semi-árido é considerada como uma evidência de climas mais úmidos no Pleistoceno superior do que aqueles dos dias atuais, e eles podem ter servido de base para florestas tropicais secas e até mesmo úmidas (Ab’Sáber 1974). Outra importante classe de solos, pouco conhecida, relatada para as Caatingas são os solos calcimórficos no Ceará, Bahia e, particularmente, no Rio Grande do Norte (Andrade-Lima 1964b, Ab’Sáber 1974), os solos aluviais e alguns solos hidromórficos associados a cursos de água (Ab’Sáber 1974, Figueiredo-Gomes 1981, Figueiredo 1983), e os solos arenosos sedimentares profundos, normalmente conhecidos como Areias Quartzosas no Brasil (Quarztsamments, Sétima Aproximação), que ocorrem na série do Cipó, em Pernambuco, e no raso da Catarina, na Bahia (Andrade-Lima 1981).

Vegetação das Caatingas

As caatingas podem ser caracterizadas como florestas arbóreas ou arbustivas, compreendendo principalmente árvores e arbustos baixos muitos dos quais apresentam espinhos, microfilia e algumas características xerofíticas. Algumas das espécies lenhosas mais típicas da vegetação das Caatingas são: *Amburana cearensis* (Fr.All.) A.C. Smith, (“imburana de cheiro”, Fabaceae – Papilionoideae), *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan **var. cebil** (Griseb.) Altschul (“angico”, Fabaceae – Mimosoideae), *Aspidosperma pyrifolium* Mart. (“pau-pereiro”, Apocynaceae), *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (“catingueira”, Fabaceae-Caesalpinioideae), *Cnidoscolus phyllacanthus* (Müll. Arg.) Pax & Hoffm. (“faveleira”, Euphorbiaceae), *Commiphora leptophloeos* (Mart.) Gillet (“imburana”, Burseraceae, também conhecida como *Bursera leptophloeos* Mart.), várias espécies de *Croton* (“marmeleiros” e “velames”, Euphorbiaceae) e de *Mimosa* (“calumbies” e “juremas”, Fabaceae-Mimosoideae), *Myracrodruon urundeuva* Fr. All., (“aroeira”, Anacardiaceae), *Schinopsis brasiliensis* Engler (“baraúna”, Anacardiaceae), e *Tabebuia impetiginosa* (Mart. ex A. DC.) Standley (“pau d’arco roxo”, Bignoniaceae).

A suculência é principalmente observada em Cactaceae e Bromeliaceae, enquanto que as lianas são muito escassas (Araújo & Martins 1999). Algumas espécies perenifolias também ocorrem (Kirmse *et al.* 1983): *Ziziphus joazeiro* Mart. (“juazeiro”, Rhamnaceae), *Capparis yco* Mart. (“icó”, Capparaceae), *Copernicia prunifera* (Mill.) H.E. Moore [“carnaúba”, Arecaceae, uma espécie também conhecida pelo seu sinônimo *C. cerifera* (Arr. Cam.) Mart. (Henderson *et al.* 1995)], *Maytenus rigida* Mart. (“pau-de-colher” ou “bom-nome”, Celastraceae), *Licania rigida* Benth. (“oiticica”, Chrysobalanaceae). A camada herbácea é

efêmera é dominada por terófitas das famílias Malvaceae, Portulacaceae e Poaceae. Órgãos de armazenamento de água são típicos em alguns outros casos: *Spondias tuberosa* Arruda (“umbú”, Anacardiaceae), as duas “barrigudas” *Cavanillesia arborea* Schum. e *Ceiba glaziovii* (Kuntze) Schum. (Bombacaceae), *Jacaratia* sp. (Caricaceae), *Manihot* spp. (“maniçobas”, Euphorbiaceae), *Luetzelburgia auriculata* (Fr. All.) Ducke (“pau-mocó”, Fabaceae-Papilionoideae). Uma lista das espécies das Caatingas pode ser encontrada em Prado (1991), compreendendo 45 famílias, 199 gêneros e 437 espécies; contudo, esta lista sem dúvida deve ser atualizada com os últimos dez anos de progresso de exploração botânica no nordeste do Brasil e o “estado de arte” da taxonomia vegetal.

Agreste e sertão representam duas terminologias ligadas às Caatingas e ao seu conceito fitogeográfico. Portanto, uma breve discussão destes termos é necessária para esclarecer as análises subseqüentes. O agreste é o nome dado à faixa estreita de vegetação que se estende entre os limites da serra do Mar a leste, onde as florestas são abundantes, e os interiores mais secos a oeste. Ela tem uma forma alongada com uma direção geral norte-sul, e que pode ser encontrada do Rio Grande do Norte à Bahia central, onde é substituída nesta região de transição pela, assim chamada, “mata de cipó”. O agreste apresenta um regime de chuvas mais abundante (até 1000 mm/ano) e é menos sujeito às secas catastróficas uma vez que se beneficia da umidade residual dos ventos do sudeste. A vegetação compartilha muitas características e espécies com as expansões semi-áridas a oeste: as plantas geralmente são decíduas e espinhosas, os cactos e bromeliáceas estão presentes no solo pedregoso, microfilia generalizada, as espécies lenhosas e suculentas mais características no agreste também ocorrem no resto das Caatingas, tais como *Schinopsis*

brasiliensis, *Pilosocereus gounellei* (F.A.C. Weber) Byles & Rowley (“xique-xique”, Cactaceae), *Aspidosperma pyriformium*, *Cereus jamacaru* P. DC. (“mandacarú”, Cactaceae), *Caesalpinia pyramidalis*, *Tabebuia impetiginosa*, *T. aurea* (Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore (“craibeira”, Bignoniaceae), *Commiphora leptophloeos*, *Cnidoscolus phyllacanthus*, *Mimosa* spp. (Andrade-Lima 1954, 1960, 1970, 1973). Assim, como demonstrado por Andrade-Lima, o agreste deve ser considerado como parte das Caatingas, como uma variante hipoxerófila das comunidades encontradas a oeste.²

O termo sertão é muito usado em toda a parte do Brasil, desde o Estado de São Paulo ao nordeste, apresentando um significado vago de área não cultivada, com poucos recursos, afastada das cidades e da civilização (Egler 1951). As palavras em inglês, tais como “hinterlands” ou “bush”, são usadas de forma similar. O fato mais debatido é a conotação da palavra sertão no nordeste do Brasil. Luetzelburg (1922, 1923) afirmou que as regiões mais secas e sem recursos das Caatingas são denominadas de sertão, enquanto que o restante foi considerado caatinga propriamente dita, particularmente as áreas onde *Cereus jamacaru*, um cacto usado como forragem, podia ser encontrado. Egler (1951) se opôs ao uso do termo devido a este ser muito vago, e propôs separar o agreste da caatinga propriamente dita, mas, como notado acima, esta divisão é inadequada. Todavia, Vasconcelos (1941) e Andrade-Lima (1954, 1960, 1970) consideraram que as Caatingas devem ser simplesmente divididas em agreste e sertão, que é a região leste de transição de um lado e os interiores secos do outro. Este critério é seguido pelo presente autor.

² O nome “agreste” também tem sido aplicado a vegetações de cerrado muito diferentes no topo da chapada do Araripe, Ceará.

No sudoeste do Piauí e na borda do Ceará há um ecótono complexo onde a vegetação da caatinga se encontra com a do cerrado e comunidades variadas podem ocorrer (Andrade-Lima 1978, Emperaire 1983, Oliveira *et al.* 1988, Araújo *et al.* 1999). Há vários níveis de transição entre estas maiores formações: *i.e.*, (a) cerrado semidecíduo, com alguns elementos de caatinga, (b) o “carrasco” ou “catanduva”, com proporção quase igual de elementos de caatinga e cerrado, mas também com alguns elementos exclusivos, e (c) a caatinga típica com elementos de cerrado esparsos (Eiten 1972, Andrade-Lima 1978). É notável, contudo, que nesta área o cerrado e a vegetação de carrasco são confinados a setores sedimentares com solos arenosos, enquanto que a caatinga tende a aparecer em setores afetados pelos afloramentos de rochas diabásicas com solos muito mais férteis (Andrade-Lima 1978, Emperaire 1983, 1985), apesar do regime de chuvas ser o mesmo, cerca de 1000 mm/ano. O carrasco inclui espécies da caatinga, mas é florística, fisionômica e fenologicamente (semidecídua) mais próximo ao cerrado e, então, não é aceito no presente trabalho como parte das Caatingas. Além disso, Araújo e colaboradores têm produzido uma série de artigos sobre a natureza do carrasco do Ceará (Araújo *et al.* 1998a, 1998b, 1999, Araújo & Martins 1999), onde eles têm convincentemente demonstrado a natureza peculiar deste tipo de vegetação, separando-o dos cerrados e das caatingas.

As fisionomias de caatinga são muito variáveis, dependendo do regime de chuvas e do tipo de solo, variando de florestas altas e secas com até 15-20 m de altura, *e.g.*, a “caatinga arbórea” (a verdadeira caatinga dos índios Tupi, segundo Andrade-Lima) encontrada de forma espalhada da Bahia (Andrade-Lima 1975) e Minas Gerais (Magalhães 1961) até o Rio Grande do Norte (Andrade-Lima 1964b), em solos um tanto melhores e em

localidades mais úmidas, até afloramentos de rochas com arbustos baixos esparsos e espalhados, com cactos e bromeliáceas nas fendas.

Fisionomias intermediárias são numerosas, mas podem ser reduzidas a poucos tipos generalizados, tais como “caatinga arbórea aberta com camada arbustiva aberta”, “caatinga arbóreo-arbustiva com camada de arbustos fechada”, “caatinga arbustiva espinhosa fechada com árvores baixas espalhadas” – que é, talvez, o tipo mais comum da comunidade da caatinga atual (Eiten 1974, 1983), “caatinga arbustiva espinhosa fechada”, “caatinga arbustiva aberta” (comuns em áreas com solos rasos), “savana arbustiva com camada de grama” (“seridó”; Andrade-Lima 1966a, Eiten 1983), e “palmares de *Copernicia*” ao longo de rios intermitentes principalmente nas províncias das Caatingas do noroeste.

Outro grupo de autores tem tentado analisar e identificar as diferentes unidades de vegetação da Caatinga, seguindo critérios fisionômico-florísticos, atribuindo mais peso na composição florística das comunidades. Uma contribuição importante neste sentido foi dada por Luetzelburg (1922, 1923) no “*Estudo Botânico do Nordeste*”, um trabalho baseado em extensivas expedições do autor pelas Caatingas, num período de mais de dez anos. Sua classificação, apesar de conter alguns erros taxonômicos e conceituais (Andrade-Lima 1954), pode ser ainda vista como um arcabouço na concepção de Andrade-Lima (1981). Luetzelburg dividiu a Caatinga em duas classes amplas que ele então subdividiu em vários grupos:

- 1) Caatinga arbustiva, incluindo: 1.1- Caatinga *Euphorbia* - *Croton* - *Caesalpinia*; 1.2- Caatinga *Mimosa* - *Caesalpinia*;
- 1.3- Caatinga *Spondias* - *Caesalpinia* - *Cnidocolus*;
- 1.4- Caatinga *Cereus* - *Mimosa* - *Spondias* - *Bromelia*;
- 1.5- Caatinga *Combretum* - *Aspidosperma* - *Caesalpinia*;

1.6- Caatinga *Jatropha* - *Cnidoscolus* - *Mimosa*; 1.7- Caatinga *Ceiba* (sub *Chorisia*) - *Mimosa* - *Manihot*; 1.8- Caatinga-carrascal ou “Caatinga suja”; 1.9- Caatinga serrana.

2) Caatinga arbórea, incluindo: 2.1- Caatinga *Aspidosperma* - *Schinopsis* (sub *Melanoxylon*) - *Piptadenia*; 2.2- Caatinga *Chorisia* - *Piptadenia* - *Spondias*; 2.3- Caatinga *Cocos coronata* - *Copernicia prunifera* - *Cocos comosa* (sub *Mimosa*).

Algumas dessas unidades foram reconhecidas ou levemente modificadas por Andrade-Lima (1981), tais como grupos 1.3 ou 2.1 e 2.2. No grupo 2.1 *Melanoxylon* é de fato *Schinopsis*, um dos erros mais comuns do trabalho de Luetzelburg, enquanto que *Mimosa* no grupo 2.3 deve ser um erro de compilação para *Cocos comosa* [= *Syagrus comosa* (Mart.) Mart., Arecaceae], a palmeira “catolé”, que ocorre apenas ocasionalmente nas Caatingas (Glassman 1987, Henderson *et al.* 1995). No grupo 1.8 o termo “suja” alude ao fato de que estas comunidades apresentam elementos mistos da formação dos cerrados. Este grupo é claramente o que se conhece como carrasco (Andrade-Lima 1978, Araújo *et al.* 1999), que aqui não é aceito como parte das Caatingas. O grupo 1.9 refere-se à vegetação arbustiva rasteira ou baixa nos *inselbergs* ou serra seca, principalmente em afloramentos rochosos, mas não à caatinga arbórea que pode ocorrer em encostas mais secas, nem para os brejos úmidos que ocorrem no leste das Caatingas e são floristicamente excluídos da província (Andrade-Lima 1982). Hueck (1972) criticou a classificação de Luetzelburg, mas suas críticas são mais inconsistentes, e, inclusive, perpetuou erros de Luetzelburg, incluindo os mais óbvios tais como a identificação errada de *Schinopsis* para *Melanoxylon*.

Rizzini (1963), em seu trabalho fitosociológico-florístico da vegetação brasileira, concluiu que as Caatingas deveriam ser

tratadas como uma subprovíncia da província Atlântica, com base na florística muito próxima entre as caatingas e as florestas litorâneas. Assim, a “Subprovíncia do Nordeste” de Rizzini inclui: 1- setor agreste: floresta xerófila decídua; 2- setor sertão: arbustiva espinhosa e suculenta, também com três distritos internos, 2.1: palmares de *Copernicia prunifera*; 2.2: florestas tropicais de montanha (brejos); 2.3: savanas xerofíticas de montanha e florestas em superfícies sedimentares (agreste do Araripe); 3- setor seridó: arbustos e suculentas espalhadas de semi-árido; 4- ilha de Fernando de Noronha: vegetação do tipo agreste, com uma longa estação seca de seis meses. Rizzini (1963) agrupou tipos diferentes de vegetação que apresentam pouco em comum florística ou fisionomicamente com as Caatingas, como aceito pela maioria dos autores, tais como a vegetação do cerrado da chapada do Araripe, os tabuleiros costeiros e as florestas tropicais e ombrófilas dos brejos; esta classificação deveria ser descartada.

Veloso (1964) também apresentou um mapa de vegetação do nordeste baseado em critérios geográficos, porém dividiu a região em subregiões (suas áreas fisionômicas). O resultado é inadequado para a síntese fitogeográfica que foi proposta, embora a maior parte das caatingas seja aqui agrupada, porque várias áreas são separadas em diferentes sub-regiões, *e.g.*, o agreste é fragmentado e às vezes confundido com a vegetação do cerrado, mas nunca associado às caatingas. Para o conjunto das Caatingas, denominado “vegetação semiárida do leste do nordeste”, a partir do qual Veloso corretamente separou o cerrado da serra do Araripe, a vegetação dos pediplanos foi classificada como se segue:

- 1) “Formação caatinga”³: vegetação predominantemente decídua espinhosa. Esta foi subdividida em três subclasses

³ Veloso (1964) utilizou erroneamente o termo “formação”, que é uma unidade de vegetação fisionômica com estrutura similar, um habitat essencial característico, e é

baseadas na posição fisiográfica no terreno (em vez de florística): (a.1) caatinga de tabuleiros arenosos, com vegetação arbustiva densa interceptada por árvores; (a.2) caatingas de depressões, também arbustiva, ocasionalmente com árvores; (a.3) caatingas em *inselbergs* e depressões áridas, com vegetação em fragmentos espalhados e suculentas espinhosas.

2) “Formação florestal”: vegetação arbórea decídua, espinhosa, com árvores perenifólias espalhadas. Isto evidentemente se refere à caatinga arbórea, como descrito por Andrade-Lima (1981), mas a presença de árvores perenifólias não pode ser utilizada para caracterizá-la uma vez que elas ocorrem em toda a parte das Caatingas (e.g., *Ziziphus joazeiro*; Kirmse *et al.* 1983).

Schnell (1966) também propôs uma classificação simplificada das caatingas, com (1) florestas secas densas com algumas espécies de árvores de tronco suculento, (2) arbustiva densa com cactáceas de grande porte, (3) arbustiva aberta com característica de estepe, e (4) Caatinga difusa com arbustos espaçados nas áreas mais secas. Hayashi & Numata (1976) tentaram classificar as Caatingas com base nas formas de vida, mas seu estudo foi muito reduzido na abordagem geográfica para ser de valor.

O trabalho mais coerente e compreensivo neste tipo de vegetação é o de Andrade-Lima (1981). Nesta revisão, que trata as Caatingas como um domínio (uma unidade corionômica equivalente à mais comumente usada unidade de província,

independente da flora (Beard 1944, 1955). A “Formação caatinga” seria possível apenas se esta tivesse uma fisionomia exclusiva a ela, o que certamente não é o caso. As Caatingas podem facilmente se ajustar na “floresta espinhosa” de Beard (*op.cit.*). Em um outro extremo, “Formação florestal” é muito ambíguo.

Takhtajan 1986, Prado 2000), fundamentado nos registros pioneiros de Luetzelburg, mas também é resultado de numerosos estudos prévios de Andrade-Lima que enfocavam áreas particulares de Caatinga, especialmente com a vegetação do Estado de Pernambuco (Andrade-Lima 1953, 1954, 1960, 1961, 1964a, 1964b, 1966a, 1966b, 1967, 1970, 1971, 1973, 1975, 1977, 1978). Essencialmente, o conceito de caatingas de Andrade-Lima, que foi basicamente uma concepção florística da província, porém sem perder a relação com a fisionomia e a ecologia da vegetação, é a mais seguida aqui, e tem se mantido praticamente sem alterações até o momento (*e.g.*, Prado 1991, Sampaio 1995, Sampaio & Rodal 2000).

A tabela 1, modificada a partir de Andrade-Lima (1981), mostra, de uma forma condensada, as principais unidades de vegetação e tipos de comunidades das Caatingas, e inclui um novo tipo de vegetação proposto aqui. Segue abaixo uma breve discussão sobre as unidades:

UNIDADE I: Tipo de vegetação 1, **Floresta de caatinga alta**. É aceita como membro da província; embora a fisionomia desta comunidade seja muito diferente das outras vegetações típicas da Caatinga, o período sem folhas, e sobretudo a composição florística, conectam fortemente este tipo de floresta à província. Gêneros e espécies dominantes são comuns em toda a parte das Caatingas, ou, como colocado por Andrade-Lima (1981, p. 156), elas aparecem em “áreas de caatinga inquestionáveis” [*e.g.*, *Myracrodruon urundeuva*, *Schinopsis brasiliensis*, *Tabebuia impetiginosa*, *Cereus jamacaru* e *Pterogyne nitens* Tul. (“madeira nova”, Fabaceae - Caesalpinioideae)]. Certamente algumas espécies mesofíticas atípicas a esta vegetação também são encontradas, mas sempre como membros minoritários da comunidade. Veja também Magalhães (1961), Andrade-Lima

Tabela 1. Unidades principais de tipos de vegetação e comunidades das Caatingas (modificado de Andrade-Lima 1981).

Unidade	Tipo de vegetação	Fisionomia e localidade	Substrato
I 1	<i>Tabebuia-Anadenanthera-Myracrodruon-Cavanillesia-Schinopsis</i>	Floresta de caatinga alta; Norte de Minas Gerais & Centro-sul da Bahia	Pedras calcárias do Bambuí ou rochas cristalinas do Pré-Cambriano
II 2	<i>Myracrodruon-Schinopsis-Caesalpinia</i>	Floresta de caatinga média; maior parte do centro da província	Principalmente rochas cristalinas do Pré-Cambriano
II 3	<i>Caesalpinia-Spondias-Commiphora-Aspidosperma</i>	Floresta de caatinga média; área mais seca que a anterior	Principalmente rochas cristalinas do Pré-Cambriano
II 4	<i>Mimosa-Syagrus-Spondias-Cereus</i>	Floresta de caatinga baixa; Centro-norte da Bahia	Principalmente rochas cristalinas do Pré-Cambriano
III 5	<i>Pilosocereus-Poeppigia-Dalbergia-Piptadenia</i>	Floresta de caatinga baixa; solos arenosos da série do Cipó	Arenitos das séries do Cipó
II 6	<i>Cnidocolus-Commiphora-Caesalpinia</i>	Caatinga arbórea aberta; Sudoeste do Ceará e áreas secas médias com solos soltos e ácidos	Principalmente rochas cristalinas do Pré-Cambriano
IV 7	<i>Caesalpinia-Aspidosperma-Jatropha</i>	Caatinga arbustiva; áreas mais secas do vale do rio São Francisco	Principalmente rochas cristalinas do Pré-Cambriano

1. As Caatingas da América do Sul

Unidade	Tipo de vegetação	Fisionomia e localidade	Substrato
IV 8	<i>Caesalpinia-Aspidosperma</i>	Caatinga arbustiva aberta; Cariris Velhos, Paraíba	Principalmente rochas cristalinas do Pré-Cambriano
IV 9	<i>Mimosa-Caesalpinia-Aristida</i>	Caatinga arbustiva aberta (seridó); Rio Grande do Norte & Paraíba	Principalmente rochas cristalinas do Pré-Cambriano
IV 10	<i>Aspidosperma-Pilosocereus</i>	Caatinga arbustiva aberta; Cabaceiras, Paraíba	Principalmente rochas cristalinas do Pré-Cambriano
V 11	<i>Calliandra-Pilosocereus</i>	Caatinga arbustiva aberta; pequenas áreas restritas e espalhadas com solos ricos em cascalhos	Principalmente rochas metamórficas do Pré-Cambriano
VI 12	<i>Copernicia-Geoffroea-Licania</i>	Floresta de caatinga de galeria; vales dos rios do Ceará, Piauí & Rio Grande do Norte	Principalmente solos aluviais
II 13	<i>Auxemma-Mimosa-Luetzelburgia-Thiloa</i>	Floresta de caatinga média; oeste do Rio Grande do Norte & Ceará central	Principalmente rochas cristalinas do Pré-Cambriano

(1971, 1975, 1977), Magalhães & Ferreira (1976, *apud* Andrade-Lima 1981), Ratter *et al.* (1978). No Ceará, um tipo de mata seca de médio-encosta (floresta seca), ou floresta mesófila, foi descrita por Figueiredo (1984) como não possuindo Bombacaceae de troncos suculentos, mas em todos os outros aspectos se parecendo com a caatinga arbórea com alguns elementos mesófilos. Das 16 espécies mencionadas por este autor, 10 são membros das florestas das caatingas, e mais uma é ocasionalmente encontrada (*Syagrus comosa*). No leste e sudeste da Bahia, a mata de cipó (floresta de lianas) parece compreender uma grande transição entre a Floresta Atlântica e as caatingas internas, e consiste em diferentes tipos de florestas decíduas secas e semidecíduas sub-úmidas. Pelo menos algumas regiões contêm espécies típicas da Caatinga (Andrade-Lima 1971). Há muito pouco conhecimento sobre esta formação, um fato destacado por Bégué (1967, 1968), porém, algumas descrições resumidas, mas precisas (Andrade-Lima 1966a, 1971; veja também Noblick, *in litt.*, em Plowman 1987), permitem a inclusão de pelo menos algumas destas florestas secas como caatinga arbórea.

UNIDADE II: Tipos de vegetação 2, 3, 4 e 6 (para o tipo de vegetação 13, veja abaixo), típica **Floresta de caatinga média**, com densidade variável nas camadas arbóreas, 7 – 15 m de altura. Esta unidade de vegetação é muito disseminada e comum em toda parte do nordeste brasileiro, provavelmente com uma grande variedade de formas, das quais Andrade-Lima comentou quatro. Várias das espécies dominantes na unidade I também aparecem como elementos espalhados nestes tipos de comunidades, tais como *Anadenanthera colubrina* **var. cebil**, *Commiphora leptophloeos*, *Myracrodruon urundeuva*, *Schinopsis brasiliensis*, e *Amburana cearensis*. A maioria dos artigos de Andrade-Lima apresenta no mínimo uma descrição deste tipo de vegetação;

também em Figueiredo-Gomes (1981), Figueiredo (1983, 1987), Figueiredo & Fernandes (1985) e Carvalho (1986).

UNIDADE III: Tipo de vegetação 5, **Floresta de caatinga baixa**. Unidade muito distinta, descrita mais detalhadamente em Egler (1951) e Andrade-Lima (1960, 1970). Muito restrita às áreas de solos arenosos no centro sul de Pernambuco (tabuleiro Moxotó) e norte da Bahia (raso da Catarina; Guedes 1985), é caracterizada pelas espécies *Pilosocereus pachycladus* Ritter **subsp. pernambucoensis** (Ritter) Zappi, [“facheiro”, Cactaceae, normalmente identificada de forma errada como *P. piahuyensis* (Gürke) Byles & Rowley (Zappi 1994) como em Andrade-Lima (1989, p. 24)], *Poeppigia procera* Presl., “muquém” (Fabaceae – Caesalpinioideae), *Dalbergia cearensis* Ducke, “pau violeta” (Fabaceae - Papilionoideae), *Pilosocereus tuberculatus* (Werderm.) Byles & Rowley, “caxacubri” (Cactaceae). A palmeira *Syagrus coronata* (Mart.) Becc. (“ouricouri”, Arecaceae) também pode ocorrer aqui em grandes populações (Egler 1951, Andrade-Lima 1960, 1970).

UNIDADE IV: Tipos de vegetação 7, 8, 9 e 10, **Caatinga arbustiva densa ou aberta**. Este é o tipo de vegetação mais disseminado atualmente e ainda se discute até que ponto é inteiramente natural ou induzida pelo homem. Apesar da influência do homem nesta área ser muito acentuada, considerar esta unidade como uma vegetação completamente secundária seria subestimar grosseiramente a habilidade homeostática deste ecossistema. Contrariamente, Carvalho (1986) apontou a estabilidade como a característica principal das caatingas do oeste de Pernambuco durante o período entre 1955 e 1983, juntamente com uma expansão moderada da agricultura, apesar da provável grande pressão humana nos anos intervenientes. Além disso, é uma coincidência gritante que esta unidade IV corresponda

geograficamente às áreas mais secas dentro da província, tais como o vale do rio São Francisco (tipo nº 7), o “seridó” (tipo nº 9), ou a vegetação dos Cariris Velhos, Paraíba (tipos nº 8 e 10, no platô da Borborema), com o registro mais baixo de chuvas das Caatingas (Cabaceiras: 252,4 mm/ano; Figueiredo-Gomes 1981). Ainda, há uma correlação direta entre as chuvas, profundidade e permeabilidade do solo à altura e densidade da comunidade (Sampaio *et al.* 1981), que permitiria predizer o tipo de vegetação a ser encontrado em uma área específica. Esta unidade consiste tipicamente em árvores espalhadas de *Amburana cearensis*, *Spondias tuberosa*, *Aspidosperma pyriformium*, em uma matriz arbustiva de *Caesalpinia* spp., *Mimosa* spp., *Jatropha* spp., e *Acacia* spp. Informações adicionais estão disponíveis em Vasconcelos (1941), Egler (1951), na maioria dos artigos de Andrade-Lima, Anônimo (1980), Figueiredo-Gomes (1981), Figueiredo (1987).

UNIDADE V: Tipo de vegetação 11, **Caatinga arbustiva aberta baixa**. Muito restrita em superfície e área, em solos rasos arenosos ou ricos em cascalhos sob um longo período seco (8 – 9 meses), a incomum baixa altura desta comunidade (0,70 – 1 m) parece ser causada pela pastagem (Andrade-Lima 1981). É dominada por *Pilosocereus gounellei*, *Calliandra depauperata* Benth., “carqueja” (Fabaceae – Mimosoideae) e *Melocactus zehntneri* (Britt. & Rose) Luetzelburg, “coroa de frade” (Cactaceae), normalmente referido erroneamente como *M. bahiensis* (Britt. & Rose) Luetzelburg (Taylor 1991). Apenas descrito por Andrade-Lima (*op. cit.*), seu *status* é duvidoso para o presente autor que visitou um fragmento desta comunidade no Ceará. Parece muito provável isto ser o resultado da pastagem excessiva e, portanto, da influência antrópica indireta; mais pesquisas são necessárias.

UNIDADE VI: Tipo de vegetação 12, **Floresta ciliar**, ao longo dos cursos de água principalmente no Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte. Fisionomia dominada por palmeiras *Copernicia prunifera*, acompanhadas por *Licania rigida*, *Geoffroea spinosa* Jacq.⁴ (“umari”, Fabaceae - Papilionoideae), *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) Pennington (“quixabeira”, Sapotaceae), *Erythrina velutina* Willd. (“mulungú”, Fabaceae – Papilionoideae), *Ziziphus joazeiro*, *Capparis yco*. A espécie de palmeira dominante, *Copernicia prunifera*, além de *Licania rigida* e talvez *Capparis yco*, não são apenas endêmicas das Caatingas, mas também deste meio limitado, onde há fornecimento relativamente constante de água a partir dos lençóis freáticos durante as secas e é inundado na estação chuvosa. A dessecação muito lenta dos solos aluviais pesados causa salinização, um fenômeno muito raro nas Caatingas. Descrições deste tipo de vegetação podem ser encontradas em Andrade-Lima (1954, 1964b, 1978), Emperaire (1983), Figueiredo (1987).

UNIDADE VII: Tipo de vegetação 13, **Floresta de caatinga média**. Este compreende um novo componente à classificação de Andrade-Lima aqui proposto. A existência desta unidade foi indicada por Andrade-Lima (1981) que comentou: “Nos estados do Rio Grande do Norte e Ceará, esta unidade {II} apresenta uma região (que pode ser uma unidade independente a ser reconhecida após estudos complementares) na qual *Auxemma oncocalyx* é uma das espécies dominantes”. Durante o trabalho de campo no Ceará, o presente autor teve a oportunidade de visitar vários pontos desta comunidade e pôde confirmar que esta deve constituir uma entidade separada, visto que apresenta um conjunto distinto de espécies que são altamente restritas a este tipo de vegetação:

⁴ De acordo com Ireland & Pennington (1999) esta é a binomial correta para a árvore até então conhecida como *G. striata* (Willd.) Morong.

D. E. Prado

Auxemma oncocalyx (Fr. All.) Taub. (“pau-branco”, Boraginaceae), *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. (“sabiá”, Fabaceae – Mimosoideae), e em áreas pedemontanas *Luetzelburgia auriculata* (Lima 1982), e, menos consistentemente, *Thiloa glaucocarpa* (Mart.) Eichl. (“sipaúba”, Combretaceae). A comunidade é, às vezes, dominada por outras espécies de ampla distribuição como *Myracrodruon urundeuva*, *Anadenanthera colubrina* var. *cebil*, *Aspidosperma pyriforme* e *Caesalpinia pyramidalis*, que compartilham o dossel com *Auxemma oncocalyx*.

As origens da flora das Caatingas

Espécies endêmicas e outras espécies características das Caatingas

Foi proposto, tanto por Rizzini (1963) como por Andrade-Lima (1982), que o nível de endemismo nas Caatingas é “tão baixo para indicar que a Caatinga possui uma flora única que surgiu nesta região” para o nível específico e genérico. Andrade-Lima (1982) citou apenas três gêneros como endêmicos: *Fraunhoffera*, *Auxemma* e *Apterokarpos*. O último é um gênero separado de *Loxopterigium* (*apud* Barkley, 1962; ver mapa de distribuição em Pennington *et al.* 2000), que foi ilegitimamente publicado por Rizzini (1975). Fernandes & Bezerra (1990) adicionaram mais dois gêneros como endêmicos: *Cranocarpus* e *Moldenhawera* (Fabaceae); contudo, suas espécies quase não aparecem nas Caatingas, e sim são membros da restinga ou Mata Atlântica (*fide* Lewis 1987). Na realidade, o número de gêneros endêmicos da Caatinga é muito mais alto. Prado (1991) listou 12 gêneros endêmicos e a seção endêmica Glaziovianae (compreendendo 7 spp.) no gênero *Manihot*, Euphorbiaceae, do total de 199 para as Caatingas: *Auxemma* (Boraginaceae, 2 spp.) e *Fraunhoffera*

(Celastraceae, 1 sp.), ambos mapeados em Prado & Gibbs (1993), *Alvimiantha* (Rhamnaceae, 1 sp.; Grey-Wilson 1978), *Blanchetia* e *Telmatophila* (Asteraceae, 1 sp. cada), *Haplocarpum* (Capparaceae, 1 sp.), *Neesiochloa* (Poaceae, 1 sp.), e *Neoglaziovia* (Bromeliaceae, 1 sp.). Em Cactaceae, Prado (1991) listou *Arrojadoa*, *Tacinga* (s.s.), *Stephanocereus* e *Zehntnerella*, porém, mais tarde, Taylor (2000) corrigiu esta assertiva adicionando a precisão taxonômica; os gêneros endêmicos atuais são: *Facheiroa* (3 spp., incluindo *Zehntnerella*), *Stephanocereus* (2 spp.), *Espositoopsis* (1 sp.) e *Leocereus* (1 sp.), com *Arrojadoa* (4–5 spp.) quase endêmico. A última adição é *Dizygostemon* (Scrophulariaceae, 2 spp.; Giulietti & Forero 1990), não listado por Prado (1991). Assim, é atingindo o valor atual de 14 gêneros endêmicos para as Caatingas.

Em relação à espécie, o grau de endemismo é ainda mais expressivo, visto que, dentro das áreas de Caatinga *sensu* Andrade-Lima (1966a), parece haver pelo menos 183 espécies endêmicas do total de 437 espécies, como verificado a partir de trabalho de campo, literatura e material de herbário (Prado 1991). Isto gera um nível de endemismo de cerca de 42% de espécies suculentas e lenhosas das Caatingas. Alguns exemplos são: os “moleques” *Cordia dardani* Taroda e *C. leucocephala* Moricand, e o “mulambá” *Patagonula bahiensis* Moricand (Boraginaceae), *Hymenaea eriogyne* Benth. (“jatobá”, Fabaceae – Caesalpinioideae), *Ziziphus joazeiro*, e o “umbuzeiro” das Caatingas *Spondias tuberosa* (todos mapeados em Prado & Gibbs 1993). Alguns outros casos estão apresentados em Prado (1991): *Bauhinia catingae* Harms, *B. estivana* Wund. e *B. flexuosa* Moricand (Fabaceae – Caesalpinioideae), a “camaratuba” *Cratylia mollis* Mart. ex Benth. e *C. nuda* Tul. (Fabaceae – Papilionoideae), que parece sobrepor levemente nos cerrados vizinhos no oeste da

Bahia, *Maytenus rigida*, várias espécies do gênero *Mimosa* (Fabaceae – Mimosoideae; Barneby 1991), *M. adenophylla* Taubert (também aparecendo na vegetação de carrasco), *M. coruscocæsia* Barneby, *M. glaucula* Barneby, *M. morroënsis* Barneby, *M. nothopteris* Barneby e *M. xiquexiquensis* Barneby. Em Rubiaceae, pode-se mencionar *Alseis involuta* K. Schum. e a recentemente descrita (Barbosa & Peixoto 2000) *Simira gardneriana* M. R. Barbosa & A. L. Peixoto (“pereiro-de-tinta”), que havia sido previamente listada como endêmica para as Caatingas e mapeadas em Prado (1991) sob *Simira* sp.

Supôs-se até muito recentemente que *Commiphora leptophloeos*, árvore tipicamente contorcida e freqüente, seria uma outra espécie exclusiva das Caatingas. Todavia, Ratter (1987), Ratter *et al.* (1988), e o tratamento taxonômico desta espécie dado por Gillet (1979), mostraram que existem disjunções isoladas longe das Caatingas. Ela foi encontrada em solos calcáreos em Corumbá (Mato Grosso do Sul) e na Ilha do Bananal (Goiás) em florestas decíduas com uma composição florística relacionada àquela das Caatingas no nordeste do Brasil. Além disso, Ule coletou esta espécie em colinas no Estado de Roraima (ver mapa em Prado & Gibbs 1993). Um caso diferente é colocado por *Hymenaea velutina* Ducke (“jatobá da caatinga”, Fabaceae – Caesalpinioideae), que, embora seja uma espécie de Caatinga (Lee & Langenheim 1975), também pode ser encontrada no cerrado no norte do Piauí e nas proximidades do Maranhão. Este padrão parece ser seguido por algumas outras espécies típicas de Caatinga que, quando se estendem ao Piauí, misturam-se com elementos de cerrado na vegetação de carrasco. Assim acontece para *Piptadenia obliqua* (Pers.) Macbride (“catanduva”, Fabaceae – Mimosoideae), *Cenostigma gardnerianum* Tul. (“caneleiro”, Fabaceae – Caesalpinioideae), ambas espécies características do carrasco

(Andrade-Lima 1978, Emperaire 1983), e, às vezes, para *Luetzelburgia auriculata* (Lima 1982). A “sabiá” do sertão do Ceará também não é uma espécie endêmica; *Mimosa caesalpiniiifolia* também foi coletada no Estado do Maranhão, na Amazônia, próxima a Manaus e na Floresta Atlântica na Bahia (Lewis 1987, Barneby 1991), apesar de sua ocorrência em tais áreas ser muito ocasional e nunca tão presente como no Ceará.

Os níveis de endemismos de gêneros e espécies das Caatingas estão, portanto, de acordo com o critério de Takhtajan (1986) empregado para caracterizar as províncias florísticas do mundo. Além disso, e discordando de Sampaio (1995), as Caatingas são muito mais ricas do que qualquer outra floresta seca da América do Sul (e.g., as planícies uniformes do Chaco; Prado 1993a), fornecendo habitats numerosos e variados. A província das Caatingas está muito bem definida a partir deste ponto de vista e, mesmo permitindo uma super-estimativa do grau de endemismo, quando comparada com a tabela de Major (1988) para várias regiões do mundo, é equivalente àquelas da província florística da Califórnia e ilhas Canárias. Não há nenhuma razão, portanto, em considerar a flora das Caatingas como muito baixa em endemismos, como foi afirmado várias vezes por Rizzini (1963, 1979) e Andrade-Lima (1982), que sugeriram que a área não poderia possuir sua própria flora. Além disso, os percentuais de gêneros e espécies exóticas e autóctones nas Caatingas perfazem uma probabilidade tão elevada quanto qualquer outra província florística bem definida no mundo, mesmo comparável àquelas de certas ilhas que normalmente concentram os mais elevados percentuais de endemismos (Major 1988).

Chaco vs. Caatinga

A idéia de que existe uma forte ligação entre as floras das províncias da Caatinga e do Chaco muito se deve a Andrade-Lima, bem como às considerações que ele expressou ao analisar as origens da flora da Caatinga. Ele acreditava veementemente que a flora das Caatingas foi “essencialmente de origem exótica, especialmente em relação aos gêneros, e em um menor grau para as espécies”, e que estes elementos “parecem ter alcançado a área por uma rota migratória a sudoeste e nordeste”, tanto que “a fonte da maioria dos taxa da Caatinga parece ter estado presente na região norte do Chaco Argentino-Paraguaio-Boliviano” (Andrade-Lima, 1982).

Em seu último trabalho, Andrade-Lima listou algumas espécies de árvores que, de acordo com ele, são plantas sub-xerofíticas ou xerofíticas que são comuns em áreas áridas mas possuem disjunções no nordeste do Brasil. Os exemplos para a disjunção Chaco-Caatinga foram: *Schinopsis brasiliensis*, *Anadenanthera colubrina* **var. cebil** [sub *A. macrocarpa* (Benth.) Brenan], *Amburana cearensis*, *Pterogyne nitens*, *Phytolacca dioica* L. (Phytolaccaceae), e *Prosopis ruscifolia* Grisebach (“vinal”, Fabaceae – Mimosoideae). Contudo, exceto *P. ruscifolia*, nenhuma destas últimas espécies são encontradas em qualquer comunidade florestal típica de Chaco *s.s.* (Prado 1993a, 1993b), mas apenas em vegetação de vales de rios na borda leste do Chaco (rios Paraná, Paraguai, e tributários), e no “Núcleo Pedemontano Subandino” a oeste do Chaco (Prado & Gibbs 1993). Isto é particularmente o caso de *Anadenanthera colubrina* **var. cebil**, *Amburana cearensis* e *Pterogyne nitens*, que são às vezes membros das florestas de galeria do oeste do Chaco na Argentina, mas são consideradas como espécies não características do Chaco (Morello & Saravia Toledo 1959, Adámoli *et al.* 1972). *Schinopsis brasiliensis* não é

uma espécie do Chaco, mas é uma árvore comum no nordeste do Brasil, na caatinga arbórea (Andrade-Lima 1981), e sua distribuição se estende na direção sul, interrompida pelas formações de Cerrado, reaparecendo no Mato Grosso do Sul e norte do Paraguai, nas proximidades do rio Paraguai e na Bolívia, ao longo das Serras de Santiago e Chiquitos e na área de Yungas. Da mesma forma, o “ombú” argentino, *Phytolacca dioica*, não é uma espécie verdadeira do Chaco, mas sim uma árvore comum em florestas altas que margeiam o vale do rio Paraná, com poucas intrusões de características chaquenhãs (ver mapa em Prado & Gibbs 1993, Klein 1972, Prado *et al.* 1989).

O caso de *Prosopis ruscifolia* merece uma análise separada; ela é de fato uma árvore endêmica do Chaco, uma vez que a sua área de dispersão é completamente localizada dentro do Chaco *s.s.* (Prado 1991). O que é extremamente duvidoso, contudo, é se esta espécie ocorre nas Caatingas. Todas as exsicatas conhecidas provêm de uma única árvore nas proximidades de Cachoeira do Roberto, Pernambuco (Neiva & Pena 1916, Luetzelburg 1922, 1923, Ducke 1953, Bigarella *et al.* 1975), que foi “uma vila próspera na criação de gado da Bahia ao Piauí” (Andrade-Lima, 1954). Burkart monografou o gênero e confirmou a identidade deste espécime, mas considerou a hipótese de que esta única árvore represente uma introdução casual na área (Burkart 1976). Todavia, Andrade-Lima (1954, 1982) considerou este indivíduo isolado como uma prova de migração das espécies do Chaco para o nordeste do Brasil em uma fase climática mais seca, supondo que outros indivíduos tenham provavelmente desaparecido com a erosão progressiva da área. No entanto, as árvores de *Prosopis ruscifolia* apresentam uma expectativa de vida de até 80 anos (Morello *et al.* 1971) são muito agressivas em sua área natural na Argentina, com uma vagem altamente palatável para grandes

herbívoros e gado e, assim, com sementes adequadas para dispersão endozoocórica (Morello *et al.* 1971, Burkart 1976). Estas características fazem desta espécie um colonizador de sucesso em ambientes alterados do Chaco. Além disso, a localização deste indivíduo nas Caatingas é separada por mais de 2.300 km a partir do volume de espécies no Chaco, e não há uma coleta ou referência a sua presença na área interveniente, diferente do que tem sido mostrado para numerosas outras espécies que conectam as Caatingas a outras formações sazonais da América do Sul (Prado & Gibbs 1993). Assim, as evidências apontam para a sua ocorrência como uma introdução casual no nordeste do Brasil, provavelmente através do gado importado.

Existem, de fato, apenas três espécies lenhosas em comum entre o Chaco e a Caatinga (Prado 1991): *Parkinsonia aculeata* L. (“turco”, Fabaceae - Caesalpinioideae), *Ximenia americana* L. (“ameixa”, Olacaceae), e *Sideroxylon obtusifolium*. Sua presença em ambas as áreas, contudo, está fora de contexto uma vez que todas as três espécies apresentam distribuição muito espalhada do México à Argentina, ocorrendo em numerosos tipos de vegetação, sendo *X. americana*, pantropical.

Há uma diferença ecológico-florística entre o Chaco e a Caatinga. A vegetação de vales de rios e florestas de galeria no nordeste do Brasil compreende algumas espécies de larga distribuição (*Erythrina velutina*, *Geoffroea spinosa*, *Sideroxylon obtusifolium*), elementos endêmicos das Caatingas (*Ziziphus joazeiro*, *Maytenus rigida*, *Capparis yco*, *Pilosocereus gounellei*, *Cereus jamacaru*) e duas espécies e uma variedade que não são endêmicas, mas podem ser encontradas apenas nestes ambientes: *Copernicia cerifera*, *Licania rigida* e *Caesalpinia pluviosa* DC. **var.** *sanfranciscana* G.P. Lewis descrita recentemente (Lewis 1998). Diferentemente, a vegetação homóloga no Chaco é

geralmente dominada por elementos exóticos de larga distribuição tropical ou espécies que se desenvolvem em populações quase puras em condições ripárias sobre todo o continente (*Salix humboldtiana* Willd., *Tessaria integrifolia* Ruiz & Pavón). Não há certamente nenhuma espécie de Chaco restrita a meios ripários, como encontrada nas Caatingas.

Tem-se postulado também que a maioria das espécies das conexões botânicas conhecidas entre o Chaco e as Caatingas são normalmente pares de espécies vicariantes (Rizzini 1963, Veloso 1964). Todavia, demonstra-se que estas conexões vicariantes conhecidas não existem (Prado 1991), uma vez que não há conhecimento taxonômico suficiente dos gêneros envolvidos, ou quando os gêneros foram submetidos a revisões taxonômicas formais, *e.g.*, *Schinopsis* (Meyer & Barkley 1973), *Astronium* (Barkley 1968), *Aspidosperma* (Marcondes-Ferreira 1988) e *Copernicia* (Dahlgren & Glassman 1961), as conexões seguem em direções diferentes (*e.g.*, o “Arco Pleistocênico” de Prado & Gibbs 1993, Prado 2000) ou mesmo opostas (*e.g.*, Caatingas com o norte da América do Sul). O único caso de vicariância possível é posto pelo gênero *Geoffroea* (Ireland & Pennington 1999); o gênero foi reduzido a apenas duas espécies, que são certamente vicariantes: *G. decorticans* (Gillies ex Hook. & Arn.) Burkart e *G. spinosa*, mas deve ser notado que nenhuma delas são exclusivas das suas províncias.

Pode-se concluir que as ligações de vicariância entre o Chaco e as Caatingas são muito fracas, se elas existem de fato, e que a proposta de Andrade-Lima (1982), de rotas migratórias sudeste-nordeste, uma vez que ela se refere à flora do Chaco, tem que ser rejeitada completamente. Não existe nenhum elemento florístico do Chaco seguindo esta rota até as Caatingas, e todos os exemplos de Andrade-Lima são falhos. Porém, em alguns casos, a rota parece

D. E. Prado

ser exatamente a oposta, como se sugere para os gêneros *Copernicia* e *Aspidosperma*. Podemos então seguramente rejeitar a proposta de que um forte componente da flora das Caatingas deriva da província do Chaco (Andrade-Lima 1982) e, da mesma forma, o argumento de Rizzini (1963, 1979) de que os elementos das Caatingas têm suas origens em proporções iguais a partir do Chaco e da Floresta Atlântica.

O domínio das florestas tropicais sazonais

Demonstrou-se previamente que a província das Caatingas pertence ao Arco Pleistocênico (Prado & Gibbs 1993), que deve ter se originado a partir de mudanças climáticas na América do Sul durante o Pleistoceno Superior, e que varia de interiores semi-áridos do nordeste ao sudeste do Brasil, até a confluência dos rios Paraguai e Paraná, no sudeste da Bolívia e noroeste da Argentina, e se estende esporadicamente em vales secos nos Andes do Peru ou costa oeste do Equador. Este arco é considerado como uma nova unidade fitogeográfica para a América do Sul (Prado 2000), denominada de “Domínio das Florestas Sazonais Tropicais”, como é caracterizado por um número considerável de táxons de plantas endêmicas tanto em relação a gêneros quanto a espécies. Compreende cerca de 11 gêneros endêmicos para toda ou quase toda área (por exemplo: *Amburana*, *Diatenopteryx*, *Myracrodruon*, *Patagonula*, *Perianthomega*, *Pterogyne*, etc.), e 22 gêneros que são separadamente endêmicos a cada um dos três núcleos (províncias) dentro do arco, e mais de 300 espécies endêmicas.

O paradigma do arco é o padrão de distribuição de *Anadenanthera colubrina* (Fabaceae; veja mapa de distribuição em Prado & Gibbs 1993), que, quando sobreposto às outras 31 espécies lenhosas de florestas sazonais, permite realizar um mapeamento razoavelmente preciso da nova região. As comu-

nidades de plantas desta nova unidade fitogeográfica são consideradas particulares em composição florística, quando comparadas a outras áreas florísticas do continente por meios de análises numéricas e fitosociológicas clássicas. A nova unidade é compreendida por, no mínimo, três províncias: as Caatingas *sensu lato*, as florestas do Pedemonte Subandino e a província Paranaense. A primeira não é diferente da perspectiva mais ou menos estabelecida do conceito atual de Caatingas (Andrade-Lima 1981), exceto pela adição de parte substancial da “mata de cipó” baiana (Andrade-Lima 1966a) e ao sul do corredor do Rio das Velhas em Minas Gerais (ver mapa em Prado 2000).

Estes ecossistemas permaneceram inconspícuos dentro de outras unidades de vegetação na fitogeografia da América do Sul (tais como os domínios do Chaco e da Amazônia, *sensu* Cabrera & Willink 1980), e têm sido negligenciados em políticas de conservação até o momento. Como resultado, a vegetação da região das florestas sazonais tropicais tem sido negligenciada em todos os projetos de conservação sérios na América do Sul, como evidenciado por uma simples comparação com os mapas continentais de áreas protegidas (Barzetti 1993). Esta situação é particularmente crítica para a área de Caatinga neste aspecto; esta província não tem se beneficiado do “empurrão” em direção à conservação da Floresta Amazônica, e é talvez a aridez do clima e do solo que evitam o desaparecimento total da sua vegetação original, já profundamente alterada (Moffat 2002). As áreas mais representativas devem ser preservadas antes que elas desapareçam juntamente com seus recursos genéticos e potencialidades da biodiversidade.

Rotas migratórias e a origem da flora das Caatingas

Pode-se postular que a vegetação das Caatingas esteve na presente posição por um período muito longo, como de fato as evidências geológicas indicam (Tricart 1961). Entretanto, ela também foi submetida aos ciclos secos e úmidos do Pleistoceno, particularmente na área da mata de cipó e região central do vale do São Francisco, que eram mais secas durante certos períodos (Tricart 1961, 1985). Se as Caatingas têm estado firmemente estabelecidas desde o final do Terciário (Ab'Sáber 1974), um acentuado grau de endemismo seria esperado para a flora e fauna. Este é o caso que se considera para as plantas, embora seja menos claro em relação aos mamíferos (Mares *et al.* 1985), mas é verdadeiro para a rica fauna endêmica de aves (Prado 1991). Os gêneros e espécies endêmicos particularmente numerosos em Cactaceae (Taylor 2000), uma família quase restrita à América do Sul, também apóia a hipótese do estabelecimento antigo das Caatingas. Todavia, ambas as taxa de plantas endêmicas e não endêmicas podem ter uma origem exótica dentro do continente; algumas rotas migratórias (Figura 9) podem ser postuladas para a flora das Caatingas:

- 1) A conexão africana: embora a conexão de angiospermas da África-América seja polêmica, alguns gêneros pantropicais poderiam ter entrado na América do Sul via Caatinga (ou vice-versa) no período de posição mais próxima da África, *e.g.*: *Ziziphus*, *Cochlospermum*, *Parkinsonia*, etc. Por exemplo, a única espécie americana conhecida de *Commiphora*, um gênero de 185 espécies quase totalmente africanas, é *C. leptophloeos*, previamente reconhecida como *Bursera* simplesmente por ter sido coletada na América do Sul e não na África (Gillet 1979). Uma contra-hipótese poderia ser levantada sugerindo que *C. leptophloeos* evoluiu

independentemente dos membros africanos do gênero a partir do estoque florístico de *Bursera* presente na América.

2) A conexão do Caribe: certas espécies das Caatingas parecem ter derivado de um parente próximo na costa seca do Caribe, no norte da Colômbia e Venezuela (a província “Guajira” de Cabrera & Willink 1980), com alguns casos prováveis de vicariância. Esta hipótese encontra apoio em Sarmiento (1975), que concluiu que as relações florísticas mais fortes das Caatingas se referem à província Guajira. Assim é o caso de *Copernicia tectorum* - *C. cerifera*; *Licania rigida* das Caatingas apresentando *L. arborea* colombiana e venezuelana como seu parente mais próximo (Prance 1972); *Spondias tuberosa* encontra sua espécie homóloga em *S. mombin* da região seca do Caribe do norte da América do Sul. Na família Cactaceae, a endêmica das Caatingas *Pereskia aureiflora* Ritter é a mais próxima a *P. guamacho* Weber da província seca Guajira (Leuenberger 1986). Algumas espécies seguem uma disjunção Caatingas-Guajira na sua faixa, tais como *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. e *Chloroleucon mangense* (Jacq.) Britton & Rose (Fabaceae – Mimosoideae), talvez indicando que elas não tiveram tempo evolutivo suficiente para se especiar. Considerando o gênero *Cavanillesia* parece mais provável que *C. arborea* das Caatingas, mata de Cipó e florestas no Espírito Santo, deva ser vicariante de *C. platanifolia*, o “macondo” da costa caribenha da América do Sul.

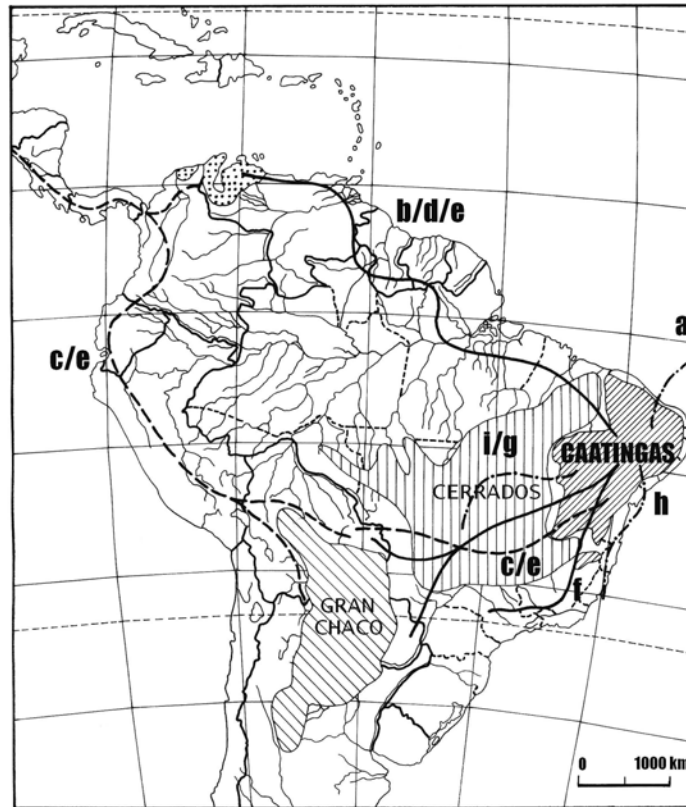


Figura 9. Rotas migratórias postuladas para a origem da flora das Caatingas: a) conexão africana, b) conexão do Caribe, c) rota andina, d) rota Trans-Amazônica, e) movimento de pinças, f) Arco Pleistocênico, g) invasão da Amazônia, h) invasão da Floresta Amazônica, i) expansões dos Cerrados.

3) A rota andina: é provável que algumas espécies tenham chegado às Caatingas (ou se expandido a partir delas) via oeste do continente, como os fragmentos atuais de uma distribuição previamente contínua indicam. Os principais passos desta rota – área caribenha seca, costa oeste do Equador, floresta Pedemontana Subandina da Bolívia e Argentina, e o restante do arco Pleistocênico – estão conectados via vales secos inter-andinos principalmente na Colômbia e Peru, também postulados como possíveis vias migratórias usadas por animais (Müller 1973). As árvores *Geoffroea spinosa*, *Parkinsonia aculeata* e *Sideroxylon obtusifolium* seguem este padrão.

Uma tarefa mais complexa é determinar a direção seguida pelo táxon proposto para esta rota migratória. Por exemplo, Haynes & Holm-Nielsen (1989) consideram as Caatingas como centro de origem do gênero *Hydrochleys* (Limnocharitaceae), e postularam uma migração ao sul similar a do arco Pleistocênico. Subseqüentemente, o gênero deve ter se unido à rota até a costa caribenha da América do Sul, a partir daí divergindo a sudeste para as Guianas e noroeste para a América central. Exatamente a direção oposta parece ter ocorrido com o gênero *Coursetia* sect. *Cracoides* (Leguminosae), com dois centros primários de diversidade nas cordilheiras do centro e sul do México e nos Andes da Colômbia até o norte do Peru. Lavin (1988) postula que *C. vicioides* (Nees. & Mart.) Benth., endêmica da Caatinga, ou seu ancestral, deve ter chegado do norte da Argentina e sul da Bolívia onde existem várias espécies pertencendo a este grupo.

4) A rota Trans-Amazônica: um número de espécies das Caatingas provavelmente atingiu esta região via o lado atlântico do continente, atravessando as planícies da Amazônia quando as florestas recuaram devido aos ciclos secos e úmidos durante o Pleistoceno. Originalmente oriundas do México, América Central e/ou área caribenha, os principais passos remanescentes parecem ser: 1- a província Guajira no norte da Colômbia e Venezuela; 2- as Guianas como um todo, ou a região sudoeste da Guiana e a divisa com Rio Branco no Brasil, *i.e.*, área Roraima-Rupununi, onde *Commiphora leptophloeos* e *Brunfelsia uniflora* (Pohl) D. Don (Solanaceae) foram coletadas; 3- área Faro/Monte Alegre próxima a Santarém no Pará, onde espécies tais como *Tabebuia impetiginosa*, *Myroxylon balsamum*, *Aspidosperma pyrifolium* (Marcondes-Ferreira 1988) e *Cereus cf. jamacaru* (Andrade-Lima 1959, 1966b) foram coletadas ou citadas; 4- várias localidades no Estado do Maranhão, tais como a vegetação conhecida da Caatinga na área Coroatá-Vargem Grande (Bigarella *et al.* 1975). Alguns outros exemplos são as faixas de distribuição de *Crateva tapia* L. (Capparaceae), *Albizia polyantha* (Spreng. f.) G. P. Lewis, e *Aspidosperma discolor* A. DC.

5) O movimento de pinças (rota andina/Trans-Amazônica): parece provável que um grupo de espécies tenha migrado seguindo ambas as vias. São os casos das árvores anfítropicais *Tabebuia impetiginosa*, *Myroxylon balsamum*, *Coutarea hexandra* (Jacq.) K. Schum. (Rubiaceae), o complexo *Cordia alliodora* (R. & Pav.) Oken/*C. trichotoma* (Vell.) Arrab. Ex Steud. (Boraginaceae; Gibbs & Taroda 1983) e os arbustos *Ipomoea carnea* Jacq. **subsp. fistulosa** (Mart. ex Choisy) D. Austin (Convolvulaceae) e *Solanum*

granuloso-leprosum Dunal (Solanaceae). Também o gênero *Loxopterigium* (Anacardiaceae) poderia ser adicionado a esta lista, visto que ele se divide em quatro espécies ao longo de ambos os lados do continente (Pennington *et al.* 2000). *Cochlospermum vitifolium* (Willd.) Spreng. (Cochlospermaceae), considerada como a espécie mais primitiva do gênero, parece também ter seguido ambas as rotas (Poppendieck 1981). Um outro grupo de espécies da Caatinga mudou-se ao longo desta rota migratória proposta, mas tornou-se extinto em certas regiões: *Aspidosperma cuspa* (Kunth) Blake e *A. polyneuron* Müll. Arg. (Apocynaceae; Prado 1991), *Erythrina velutina* (mapa em Bigarella *et al.* 1975) e, em Compositae, o gênero *Isocarpha* (Keil & Stuessy 1981). O grupo *Franciscea* no gênero *Brunfelsia* reconhece dois centros de especiação principais: o leste dos Andes e o sudeste do Brasil (Plowman 1979). A ligação entre ambas as áreas é *B. uniflora*, que migrou ou do leste dos Andes, nas florestas Pedemontanas Subandinas, para o sudeste do Brasil e, mais tarde, para as Caatingas, ou do sudeste do Brasil, em direção oeste e norte. Em qualquer caso, o corredor deve ter ficado disponível através do arco da vegetação sazonal. A partir das Caatingas, esta espécie provavelmente se estendeu ao norte, na província seca Guajira na costa do Caribe da América do Sul, através do leste da Amazônia, deixando populações na região de Rio Branco-Roraima. Os últimos “são morfologicamente distintos e parecem ter sido isolados nesta área endêmica por algum tempo” (Plowman *op. cit.*). Assim, o grupo *Franciscea* parece se ajustar bem ao movimento de pinças, enquanto que o caso de *B. uniflora* pode ser tomado como mais uma evidência da rota trans-amazônica (na direção sul-norte).

6) O arco Pleistocênico como uma rota migratória: um grupo considerável de espécies lenhosas, compreendendo alguns dos mais importantes membros das Caatingas, segue este padrão de distribuição e um provável corredor de migração atravessando o centro da América do Sul; veja discussão acima e Prado & Gibbs (1993) e Prado (2000) para exemplos.

7) A invasão da Amazônia: algumas espécies pertencendo aos gêneros com sua distribuição principal nas florestas tropicais da Amazônia e florestas de galeria nos Cerrados, podem também ser encontrados no semi-árido do nordeste brasileiro: *Couepia uiti* (Mart. & Zucc.) Benth. (Chrysobalanaceae), e *Sterculia striata* St.-Hil. & Naud. (“xixá”, Sterculiaceae; Taroda 1984). O pequeno gênero amazônico *Martiodendron* (Fabaceae) compreende a maioria de árvores de dossel, mas também um arbusto a arvoreta que pode ter evoluído nas Caatingas, *M. mediterraneum* (Mart. ex Benth.) Koeppen (Koeppen & Iltis 1962).

8) A invasão da Floresta Atlântica: na perspectiva de Rizzini (1963, 1979) metade do estoque florístico das Caatingas é derivado das florestas tropicais da Mata Atlântica. Existem alguns casos indicando que certas espécies poderiam ser resultado de adaptação de táxons de ambientes mais úmidos. Lee & Langenheim (1975) sugeriram que o gênero *Hymenaea* se originou nas florestas tropicais no Novo Mundo, mais tarde originando o endemismo de *H. eriogyne* na Caatinga. Da mesma forma, as espécies endêmicas da Caatinga *Pereskia bahiensis* Gürke e *P. stenantha* Ritter (Cactaceae) são muito próximas a *P. grandifolia* Haworth da costa do Brasil (Leuenberger 1986). Outros possíveis pares de espécies com tais ligações estão nos gêneros de Fabaceae

Parapiptadenia (Lima & Lima 1984) e *Luetzelburgia* (Lima 1984).

9) As expansões dos Cerrados: algumas espécies cuja distribuição é centralizada nos Cerrados podem se estender no nordeste do Brasil e se tornarem relevantes ou membros secundários das Caatingas, tais como *Tabebuia aurea*, e em Fabaceae *Machaerium acutifolium* Vog., *Platypodium elegans* Vog., *Hymenaea martiana* Hayne, *Copaifera langsdorfii* Desf. e *Riedeliella graciliflora* Harms.⁵

Conclusões

A vegetação das Caatingas no nordeste do Brasil compreende uma unidade fitogeográfica bem definida (a província das Caatingas) estendendo-se sobre pediplanos ondulados de origem erosiva, que deixou o escudo brasileiro do Pré-Cambriano exposto e sulcado por numerosos riachos exorréicos efêmeros. É caracterizada pelo seu alto grau de endemismo florístico e particularidades dos diferentes tipos de vegetação. O conceito de Caatingas de Andrade-Lima (1981) não foi basicamente mudado até o presente, e mais uma unidade de vegetação é adicionada nesta contribuição; consiste no tipo de vegetação 13, Unidade II, floresta de caatinga média dominada por *Auxemma oncocalyx* em parte do Ceará e Rio Grande do Norte.

O presente autor discorda da afirmação de Sampaio (1995), ao considerar as unidades de Andrade-Lima, estabelecendo que algumas delas não podem ser encontradas no campo. Certamente

⁵ Dois casos gritantes de disjunção foram encontrados (Prado 1991): o gênero *Skytanthus* (Apocynaceae) tem apenas duas espécies, uma nas Caatingas e a outra no deserto do norte do Chile. No gênero *Hyptis* sect. *Leucocephala* há uma disjunção similar: Caatingas – costa do Peru. Estes podem ter sido o resultado de uma dispersão a longa distância mais moderna, ou ambas as áreas conectadas de alguma forma antes do soerguimento final do Altiplano Puna no Terciário inferior.

muito mais trabalho de campo é requerido, e muito mais tem de ser aprendido, contudo as referências para todos os seus tipos de vegetação podem ser encontradas na literatura. Até onde se pode averiguar, há apenas uma unidade que foi descrita nas suas anotações que não foi mencionada em nenhum outro local (Prado 1991): a unidade VII *Calliandra*. Este visitou uma parte do que pareceu ser a unidade VII, e poderia confirmar a sua existência, mas expressou dúvidas sobre a sua real identidade (poderia apenas ser resultado da pastagem excessiva ou algum outro tipo de efeito antrópico). Esta proposição deve ser ainda confirmada em futuros inventários de vegetação, estudando-se especialmente a distribuição de *C. depauperata*, para verificar se esta espécie está realmente confinada a esta comunidade.

Durante décadas muito se discutiu sobre até que ponto as Caatingas são inteiramente naturais ou induzidas pelo homem, especialmente no que se refere às comunidades arbustivas dominando a área central do Brasil (Unidade IV). Embora a influência do homem nesta área seja considerável, isto também é verídico para qualquer fragmento de vegetação no mundo, e considerá-la como uma vegetação completamente secundária parece algo excessivo. Alguns autores, por exemplo, atribuíram a estabilidade como a principal característica das Caatingas por um período de 30 anos. Isto também é uma coincidência notável que esta unidade IV corresponda geograficamente às áreas mais secas dentro das Caatingas, com o índice de chuvas mais baixo registrado para a região (Figueiredo-Gomes 1981). Além disso, estabeleceu-se que há uma correlação direta entre as chuvas, a profundidade e permeabilidade do solo à altura e densidade destas comunidades (Sampaio *et al.* 1981).

Parece haver uma forte relação entre solo e vegetação dentro das Caatingas, tais como latossolos vermelhos com a caatinga

arbórea no oeste de Pernambuco, Alagoas e Rio Grande do Norte, ou solos derivados de pedras calcárias do Bambuí com outros tipos de caatinga arbórea, e os solos arenosos sedimentares profundos (“Areias Quartzosas”) que ocorrem nas séries do Cipó em Pernambuco e raso da Catarina (Andrade-Lima 1981) com floresta de caatinga baixa. Nenhuma destas relações entre as comunidades solo-planta foi estudada adequadamente até o momento.

Tem sido mostrado que a origem da flora das Caatingas é uma matéria de discussão complexa, mas certamente tem pouco a ver com o que tem sido proposto pelos autores clássicos. Várias rotas migratórias são propostas, baseadas em estudos florísticos e taxonômicos prévios. A florística se conecta principalmente com o restante das florestas sazonais secas, desde a Argentina até a Colômbia e Venezuela, muito mais particularmente com o arco Pleistocênico do que com a vegetação do Chaco ou da Mata Atlântica.

A tarefa futura e o desafio mais fascinante consistem em subdividir as Caatingas em sub-regiões (“distritos”, na classificação de Takhtajan), como foi feito em outras áreas da América do Sul. Um ponto de partida razoável seria os mapas regionais com ênfase nos solos e no substrato, mas a florística deveria ser superior agora; inventários e estudos florísticos são críticos para este propósito dado o peso da informação fornecida. Ao se considerar as sub-regiões, é notável a concentração de endemismos florísticos em certas áreas de Caatinga; por exemplo, noroeste da Bahia, sudeste do Piauí e oeste de Pernambuco compreendem espécies tais como: *Tacinga funalis* Br. & Rose (Andrade-Lima 1989, Taylor 2000), *Tabebuia spongiosa* Rizzini, várias *Mimosa* (*M. lepidophora* Rizzini, *M. ulbrichiana* Harms, *M. hexandra* M. Micheli), *Loxopterigium (Apterokarpus) gardneri* Engler, *Caesalpinia microphylla* Mart. ex G. Don, *Jacaranda*

D. E. Prado

rugosa A. Gentry, e até um certo ponto *Godmania dardanoi* (J. C. Gomes) A. Gentry e *Jacaranda jasminoides* (Thunberg) Sandwith. Isto deve também ser combinado com as evidências das dunas continentais ricas em endemismos da Bahia (Barreto *et al.* 1999), ou das Caatingas do leste da Bahia/nordeste de Minas Gerais, com seus endemismos florísticos próprios (Leuenberger 1986, Taylor 2000). Ainda é necessário estabelecer os limites e relações exatas destas sub-regiões, porém as evidências disponíveis proporcionam um quadro razoável de possibilidade.

Agradecimentos

Este trabalho foi parcialmente financiado pelo CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Argentina) e Universidade Nacional do Rosario, Argentina.

Referências Bibliográficas

- AB'SÁBER, A. N. 1974. O domínio morfoclimático semi-árido das Caatingas brasileiras. *Geomorfologia* 43: 1-39.
- AB'SÁBER, A. N. 1977. Problemática da desertificação e da savanização no Brasil intertropical. *Geomorfologia* 53: 1-19.
- ADÁMOLI, J., R. NEUMANN, A. D. RATIER COLINA & J. MORELLO. 1972. El Chaco aluvional salteño (Convenio INTA-Prov. de Salta). *Revista de Investigaciones Agropecuarias, INTA. Serie 3, Clima y Suelo* 9: 165-237.
- ALBUQUERQUE, S. G. & G. R. L. BANDEIRA. 1995. Effect of thinning and slashing on forage phytomass from a caatinga of Petrolina, Pernambuco, Brazil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 30: 885-891.
- ANDERSON, A. 1981. White-sand vegetation of Brazilian Amazonia. *Biotropica* 13: 199-210.

- ANDRADE, G. O. & R. C. LINS. 1964. Introdução ao estudo dos “brejos” pernambucanos. *Arquivos do Instituto de Ciências da Terra* 2: 21-34.
- ANDRADE, G. O. & R. C. LINS. 1965. Introdução à morfoclimatologia do nordeste do Brasil. *Arquivos do Instituto de Ciências da Terra* 3-4: 17-28.
- ANDRADE-LIMA, D. 1953. Notas sôbre a dispersão de algumas espécies vegetais no Brasil. *Anais da Sociedade de Biologia de Pernambuco* 11: 25-49.
- ANDRADE-LIMA, D. 1954. *Contribution to the study of the flora of Pernambuco, Brazil*. Monografias. Universidade Rural de Pernambuco, Recife.
- ANDRADE-LIMA, D. 1959. Viagem aos campos de Monte Alegre, Pará. Contribuição para o conhecimento de sua flora. *Boletim Técnico do Instituto Agrônômico do Norte* 36: 99-149.
- ANDRADE-LIMA, D. 1960. Estudos fitogeográficos de Pernambuco. *Arquivos do Instituto de Pesquisas Agronômicas* 5: 305-341.
- ANDRADE-LIMA, D. 1961. Tipos de floresta de Pernambuco. *Anais da Associação dos Geógrafos Brasileiros* 12: 69-85.
- ANDRADE-LIMA, D. 1964a. Esboço fitoecológico de alguns “brejos” de Pernambuco. *Boletim Técnico, Instituto de Pesquisas Agronômicas de Pernambuco* 8: 3-10.
- ANDRADE-LIMA, D. 1964b. Notas para la fitogeografia de Mossoró, Grossos e Areia Branca. *Anais da Associação dos Geógrafos Brasileiros* 13: 29-48.
- ANDRADE-LIMA, D. 1966a. Vegetação. *Atlas Nacional do Brasil*, vol. II: 11. IBGE. Conselho Nacional de Geografia, Rio de Janeiro.
- ANDRADE-LIMA, D. 1966b. Contribuição ao estudo do paralelismo da flora amazônico-nordestina. *Boletim Técnico, Instituto de Pesquisas Agronômicas de Pernambuco* 19: 3-30.
- ANDRADE-LIMA, D. 1967. Estudo crítico da nomenclatura fitogeográfica latino-americana. Pp 211-219 in: *Anais do XV Congresso Nacional de Botânica*, Porto Alegre, Brasil.

D. E. Prado

- ANDRADE-LIMA, D. 1970. Recursos vegetais de Pernambuco. *Cadernos do Conselho de Desenvolvimento de Pernambuco, Série 1 - Agricultura*, 1: 43-54.
- ANDRADE-LIMA, D. 1971. Vegetação da área Jaguaquara-Maracás, Bahia. *Ciência e Cultura* 23: 317-319.
- ANDRADE-LIMA, D. 1973. Traços gerais da fitogeografia do Agreste do Pernambuco. Pp 185-188 *in*: Anais do XXIII Congresso Nacional de Botânica, Garanhuns, Brasil.
- ANDRADE-LIMA, D. 1975. Vegetation of the Rio Grande Basin, Bahia, Brazil. Preliminary note. *Revista Brasileira de Biologia* 35: 223-232.
- ANDRADE-LIMA, D. 1977. A flora de áreas erodidas de Calcário Bambuí, em Bom Jesus da Lapa, Bahia. *Revista Brasileira de Biologia* 37: 179-194.
- ANDRADE-LIMA, D. 1978. As formações vegetais da bacia do Parnaíba. Pp. 123-135 *in*: R. C. Lins (ed.) *Bacia do Parnaíba: aspectos fisiográficos*. Instituto de Pesquisas Sociais, Recife.
- ANDRADE-LIMA, D. 1981. The Caatingas dominium. *Revista Brasileira de Botânica* 4: 149-163.
- ANDRADE-LIMA, D. 1982. Present-day forest refuges in northeastern Brazil. Pp 245-251 *in*: G. T. Prance (ed.) *Biological diversification in the tropics*. Columbia Univ. Press, New York.
- ANDRADE-LIMA, D. 1989. *Plantas das Caatingas*. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro.
- ANÔNIMO. 1980. La vegetation. Pp 107-149 *in*: Géographie et ecologie de la Paraíba (Brasil). CNPq-UFP-Centro d'Etudes de Géographie Tropicale, Travaux et Documents de Géographie Tropicale, N° 41.
- ARAÚJO, F. S., E. V. S. B. SAMPAIO, M. A. FIGUEIREDO, M. J. N. RODAL & A. G. FERNANDES. 1998a. Composição florística da vegetação de carrasco, Novo Oriente, CE. *Revista Brasileira de Botânica* 21: 105-116.

- ARAÚJO, F. S., E. V. S. B. SAMPAIO, M. J. N. RODAL & M. A. FIGUEIREDO. 1998b. Organização comunitária do componente lenhoso de três áreas de carrasco em Novo Oriente – CE. *Revista Brasileira de Biologia* 58: 85-95.
- ARAÚJO, F. S. & F. R. MARTINS. 1999. Fisionomia e organização da vegetação do carrasco no Planalto da Ibiapaba, Estado do Ceará. *Acta Botânica Brasilica* 13: 1-13.
- ARAÚJO, F. S., F. R. MARTINS & G. J. SHEPHERD. 1999. Variações estruturais e florísticas do carrasco no Planalto da Ibiapaba, Estado do Ceará. *Revista Brasileira de Biologia* 59: 663-678.
- BARBOSA, M. R. V. & A. L. PEIXOTO. 2000. A new species of *Simira* (Rubiaceae, Rondeletieae) from Northeastern Brazil. *Novon* 10: 110-112.
- BARKLEY, F. A. 1962. Anacardiaceae, Rhoideae: *Loxopterigium*. *Lloydia* 25: 109-122.
- BARKLEY, F. A. 1968. Anacardiaceae, Rhoideae: *Astronium*. *Phytologia* 16: 107-152.
- BARNEBY, R. C. 1991. *Sensitivae Censitae*. A description of the Genus *Mimosa* Linnaeus (Mimosaceae) in the New World. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 65: 1-835.
- BARRETO, A. M. F., L. C. R. PESSENDA & K. SUGUIO. 1996. Probable drier Holocene climate evidenced by charcoal bearing middle São Francisco River paleodunes, State of Bahia, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 68: 43-48.
- BARRETO, A. M. F., K. SUGUIO, P. E. OLIVEIRA & S. H. TOTUMI. 1999. Palaeoenvironmental interpretation of the inactive [sic] dune field, (Late Quaternary) of middle São Francisco River, State of Bahia, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 71: 131-132.

D. E. Prado

- BARZETTI, V. 1993. *Parques y Progreso: Áreas protegidas y Desarrollo Económico en América Latina y el Caribe*. UICN-BID, Edwards Bros, Washington.
- BAUTISTA, H. P. 1986. Espécies arbóreas da caatinga: sua importancia econômica. Pp 117-140 *in*: Anais do Simpósio sobre caatinga e sua exploração racional, Feira de Santana, Brasil.
- BEARD, J. S. 1944. Climax vegetation in tropical America. *Ecology* 25: 127-158.
- BEARD, J. S. 1955. The classification of tropical American vegetation-types. *Ecology* 36: 89-100.
- BEEK, K. J. & D. L. BRAMAO. 1968. Nature and geography of South American soils. Pp. 82-112 *in*: E. J. Fittkau, J. Illies, H. Klinge, G. H. Schwabe & H. Sioli (eds.) *Biogeography and Ecology in South America*. W. Junk, The Hague.
- BÉGUÉ, L. 1967. Chronique phytogéographique. Les Catingas du Brésil. *Bois et Forêts des Tropiques* 116: 53-61.
- BÉGUÉ, L. 1968. Chronique phytogéographique. Les Catingas du Brésil. *Bois et Forêts des Tropiques* 120: 66-75.
- BIGARELLA, J. J., D. ANDRADE-LIMA & P. J. RIEHS. 1975. Considerações a respeito das mudanças paleoambientais na distribuição de algumas espécies vegetais e animais no Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 47: 411-464.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1919. Essai sur les notions d'élément et de territoire phytogéographique. *Archives des Sciences et Physiques et Naturelles* 1: 497-512.
- BURKART, A. 1976. A monograph of the genus *Prosopis* (Leguminosae, subfam. Mimosoideae). *Journal of the Arnold Arboretum* 57: 217-249, 450-525.

- CABRERA, A. L. & A. WILLINK. 1980. *Biogeografía de América Latina*. 2nd ed. Serie de Biología. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, Washington.
- CAILLEUX, A. & J. TRICART. 1959. Zonas fitogeográficas e morfoclimáticas do quaternário no Brasil. *Notícia Geomorfológica* 2: 12-17.
- CAIN, S. & G. O. CASTRO. 1959. *Manual of vegetation analysis*. Harper & Bro., New York.
- CARVALHO, V. C. 1986. *Structure et dynamique de la végétation en milieu tropical semi-aride: la Caatinga de Quixabá (Pernambouc, Brésil), du terrain a l'analyse des données MSS/Landsat*. Ph.D. thesis, Universidade de Toulouse II, Le Mirail.
- CASTELLANOS, A. 1960. Introdução à Geobotânica. *Revista Brasileira de Geografia* 22: 585-617.
- CLAPPERTON, C. M. 1993. Nature of environmental changes in South America at the last Glacial Maximum. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 101: 189-208.
- COLE, M. M. 1960. Cerrado, caatinga and pantanal: the distribution and origin of the savanna vegetation of Brazil. *Geographical Journal* 126: 168-179.
- COLINVAUX, P. A., G. IRION, M. E. RÄSÄNEN, M. B. BUSH & J. A. S. NUNES DE MELLO. 2001. A paradigm to be discarded: geological and paleoecological data falsify the Haffer & Prance refuge hypothesis of Amazonian speciation. *Amazoniana* 16: 609-646.
- DAHLGREN, B. E. & S. F. GLASSMAN. 1961. A revision of the genus *Copernicia*. I. South American species. *Gentes Herbarum* 9: 1-40.
- DUCKE, A. 1953. As Leguminosas de Pernambuco e Paraíba. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz* 51: 417-461.
- DRUDE, O. 1913. *Die Okologie der Pflanzen*. Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig.

D. E. Prado

- EGLER, W. A. 1951. Contribuição ao estudo da caatinga pernambucana. *Revista Brasileira de Geografia* 13: 577-590.
- EITEN, G. 1972. The cerrado vegetation of Brazil. *The Botanical Review* 38: 201-341.
- EITEN, G. 1974. An outline of the vegetation of South America. Pp 529-545 in: Symposia of the 5th Congress of the International Primatological Society, Nagoya, Japan.
- EITEN, G. 1983. *Classificação da Vegetação do Brasil*. Coordenação Editorial do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Brasília.
- ELLENBERG, H. & D. MUELLER-DOMBOIS. 1967. Tentative physiognomic-ecological classification of plant formations of the earth. *Bericht des Geobotanischen Instituts der ETH, Stiftung Rübel in Zürich* 37: 21-55.
- EMPERAIRE, L. 1983. *La caatinga du Sud-est du Piauí, Bresil. Etude ethnobotanique*. Editions Recherche sur les civilisations, Memoire N° 21, Paris.
- EMPERAIRE, L. 1985. Végétation de l'État du Piauí (Brésil). *Compte Rendu des Seances de la Societe de Biogéographie* 60: 151-163.
- FERNANDES, A. G. & P. BEZERRA. 1990. *Estudo Fitogeográfico do Brasil*. Stylus Comunicações, Fortaleza.
- FERRAZ, E. M. N., M. J. N. RODAL, E. V. S. B. SAMPAIO, R. C. A. PEREIRA. 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: 7-15.
- FIGUEIREDO, M. A. 1983. *A região dos Inhamuns-CE, no dominio das caatingas*. Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Fundação G. Duque, Mossoró, RN. Coleção Mossoroense N° 411, Mossoró.

- FIGUEIREDO, M. A. 1984. Vegetação. Pp 89-108 *in*: Delimitação e regionalização do Brasil semi-árido. Estado do Ceará, Relatório Final. CNPq-FCPC-UFC-SUDENE, Fortaleza.
- FIGUEIREDO, M. A. & A. FERNANDES. 1985. Cobertura vegetal do Sertão dos Inhamuns, Ceará. Pp 103-108 *in*: Anais do XXXIII Congresso Nacional de Botânica, Maceió, Brasil.
- FIGUEIREDO, M. A. 1987. *A microrregião salineira norte-riograndense no domínio das Caatingas*. Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Fundação G. Duque, Mossoró, RN. Coleção Mossoroense N^o 353, Mossoró.
- FIGUEIREDO-GOMES, M. A. 1981. *Padrões de caatinga nos Cariris Velhos, Paraíba*. Tese de Mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- GIBBS, P. E. & N. TARODA. 1983. Heterostyly in the *Cordia alliodora-C. trichotoma* complex in Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 6: 1-10.
- GILLET, J. B. 1979. *Commiphora* (Burseraceae) in South America and its relationship to *Bursera*. *Kew Bulletin* 34: 569-587.
- GIULIETTI, A. M. & E. FORERO. 1990. "Workshop": Diversidade Taxonômica e Padrões de Distribuição das Angiospermas Brasileiras. Introdução. *Acta Botânica Brasílica* 4: 3-10.
- GLASSMAN, S. F. 1987. *Revisions of the palm genus Syagrus Mart. and other selected genera in the Cocos alliance*. University of Illinois Press, Illinois Biological Monographs, N^o 56, Urbana and Chicago.
- GREY-WILSON, C. 1978. *Alvimiantha*, a new genus of Rhamnaceae from Bahia, Brazil. *Bradea* 11: 287-290.
- GUEDES, R. R. 1985. Lista preliminar das Angiospermas ocorrentes no Raso da Catarina e arredores, Bahia. *Rodriguesia* 37: 5-8.

D. E. Prado

- GUERRA, I. 1955. Tipos de clima do Nordeste. *Revista Brasileira de Geografia* 17: 449-491.
- HAYASHI, I. & M. NUMATA. 1976. Structure and succession of caatinga vegetation in the Brazilian Northeast. *Tokyo Geographical Papers* 20: 24-44.
- HAYNES, R. R. & L. B. HOLM-NIELSEN. 1989. Speciation of Alismatidae in the Neotropics. Pp 211-219 in: L. B. Holm-Nielsen (ed.) *Tropical forests, botanical dynamics, speciation and diversity*. Academic Press, London.
- HENDERSON, A., G. GALEANO & R. BERNAL. 1995. *Field Guide to the Palms of the Americas*. Princenton University Press, Princenton, New Jersey.
- HUECK, K. 1972. *As florestas da América do Sul. Ecologia, composição e importância econômica*. Universidade de Brasília & Editora Polígono S.A., São Paulo.
- IBGE. 1985. *Atlas Nacional do Brasil. Região Nordeste*. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro.
- IRELAND, H. & R. T. PENNINGTON. 1999. A revision of *Geoffroea* (Leguminosae-Papilionoideae). *Edinburgh Journal of Botany* 56: 329-347.
- KEIL, D. J. & T. F. STUESSY. 1981. Systematics of *Isocarpha* (Compositae: Eupatorieae). *Systematic Botany* 6: 258-287.
- KIRMSE, R. D., J. A. PFISTER, L. V. VALE & J. S. QUEIROZ. 1983. *Woody plants of the northern Ceará caatinga*. EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Caprinos and Utah State University, Department of Range Science, Technical Report N° 14, Logan.
- KLEIN, R. 1972. Árvores nativas da floresta subtropical do Alto Uruguai. *Sellowia*, 24: 9-62.
- KOEPPEN, R. & H. H. ILLIS. 1962. A revision of *Martiodendron* (Cassieae, Caesalpinaceae). *Brittonia* 14: 191-209.

- KUHLMANN, E. 1974. O domínio da Caatinga. *Boletim Geográfico* 33: 65-72.
- KUHLMANN, E. & D. S. CORREIA. 1982. Nomenclatura fitogeográfica brasileira. Pp 97-108 in: *Anais do XXXII Congresso Nacional de Botânica*, Teresina, Brasil.
- LAVIN, M. 1988. Systematics of *Coursetia* (Leguminosae, Papilionoideae). Systematic Botany Monographs N° 21. The American Society of Plant Taxonomists, Ann Arbor.
- LEE, Y.-T. & J. H. LANGENHEIM. 1975. *Systematics of the genus Hymenaea L. (Leguminosae, Caesalpinioideae, Detarieae)*. University of California Press, Berkeley.
- LEUENBERGER, B. E. 1986. *Pereskia* (Cactaceae). *Memoirs of the New York Botanical Garden* 41: 1-141.
- LEWIS, G. P. 1987. *Legumes of Bahia*. Royal Botanic Gardens, Kew.
- LEWIS, G. P. 1998. *Caesalpinia. A Revision of the Poincianella-Erythrostemon Group*. Royal Botanic Gardens, Kew.
- LIMA, H. C. 1982. Nota taxonômica sobre o “Pau Mocó”, *Luetzelburgia auriculata* (Fr. Allemão) Ducke. *Cadernos de Pesquisa, Fundação Universidade Federal do Piauí, Série Botânica* 1: 55-60.
- LIMA, H. C. 1984. Uma nova espécie de *Luetzelburgia* (Leg., Papilionoideae) da Bahia, Brasil. Pp 191-197 in: *Anais do XXXIV Congresso Nacional de Botânica*, Curitiba, Brasil.
- LIMA, M. P. M. & H. C. LIMA. 1984. *Parapiptadenia* Brenan (Leguminosae, Mimosoideae). Estudo taxonômico das espécies brasileiras. *Rodriguesia* 36: 23-30.
- LUETZELBURG, P. VON. 1922-23. *Estudo Botânico do Nordeste*. Inspectoria Federal de Obras Contra as Seccas, Ministerio da Viação e Obras Públicas, Publicação 57, Série I, A, Rio de Janeiro.

D. E. Prado

- MAGALHÃES, G. M. 1961. Vegetação do nordeste de Minas Gerais. *Revista de Biologia da Lisboa* 2: 276-299.
- MAGALHÃES, G. M. & M. B. FERREIRA. 1976. Vegetação. Levantamento de reconhecimento com detalhes dos solos do Distrito Agroindustrial de Jaíba, MG. *Boletim Técnico EPAMIG*, 54: 28-42 (*apud* Andrade-Lima 1981).
- MAJOR, J. 1988. Endemism: a botanical perspective. Pp 117-146 in: A. A. Myers & P. S. Giller (eds.) *Analytical biogeography: an integrated approach to the study of animal and plant distributions*. Chapman & Hall, London.
- MARCONDES-FERREIRA, W. 1988. *Aspidosperma* Mart., *nom. cons.* (*Apocynaceae*): *estudos taxonômicos*. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- MARES, M. A., M. R. WILLIG & T. LACHER. 1985. The Brazilian caatinga in South American zoogeography: tropical mammals in a dry region. *Journal of Biogeography* 12: 57-69.
- MEYER, T. & F. A. BARKLEY. 1973. Revisión del género *Schinopsis* (*Anacardiaceae*). *Lilloa* 33: 207-258.
- MOFFAT, A. S. 2002. South American landscapes: ancient and modern. *Science* 296: 1959-1960.
- MORELLO, J., N. E. CRUDELLI & M. SARACENO. 1971. *Los vinalares de Formosa (República Argentina). La colonizadora leñosa Prosopis ruscifolia* Gris. Serie Fitogeográfica N^o 11. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires.
- MORELLO, J. & C. SARAVIA TOLEDO. 1959. El bosque chaqueño. I: Paisaje primitivo, paisaje natural y cultural en el oriente de Salta. *Revista Agronómica del Noroeste Argentino* 3: 5-81.
- MÜLLER, P. 1973. *The dispersal centres of terrestrial vertebrates in the Neotropical realm. A study in the evolution of the Neotropical biota and its native landscapes*. W. Junk, The Hague.

- NEIVA, A. & B. PENA. 1916. Viagem científica pelo norte da Bahia, sudoeste de Pernambuco, sul do Piauí e de norte a sul de Goiás. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz* 8.
- NIMER, E. 1972. Climatologia da região Nordeste do Brasil. Introdução à climatologia dinâmica. *Revista Brasileira de Geografia* 34: 3-51.
- NISHIZAWA, T. 1976. Some characteristics of rainfall in the northeast of Brazil. *Tokyo Geographical Papers* 20: 53-61.
- OLIVEIRA, J. G. B., H. L. C. QUESADO, E. P. NUNES, M. A. FIGUEIREDO & C. L. F. BEZERRA. 1988. *Vegetação da Estação Ecológica de Aiuaba, Ceará*. Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Fundação G. Duque, Mossoró, RN. Coleção Mossoroense, Nº 537, Mossoró.
- OLIVEIRA, P. E., A. M. F. BARRETO & K. SUGUIO. 1999. Late Pleistocene/Holocene climatic and vegetational history of the Brazilian caatinga: the fossil dunes of the middle São Francisco River. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 152: 319-337.
- PENNINGTON, R. T., D. E. PRADO & C. A. PENDRY. 2000. Neotropical seasonally dry forests and Quaternary vegetation changes. *Journal of Biogeography* 27: 261-273.
- PERALTA, A. J. & T. OSUNA. 1952. *Diccionario Guaraní-Español y Español-Guaraní*. Editorial Tupã, Buenos Aires.
- PLOWMAN, T. 1979. The genus *Brunfelsia* : a conspectus of the taxonomy and biogeography. Pp 475-491 in: J. G. Hawkes, R. N. Lester & A. D. Skelding (eds.) *The biology and taxonomy of the Solanaceae*. Academic Press, London.
- PLOWMAN, T. 1987. Ten new species of *Erythroxyllum* (Erythroxyllaceae) from Bahia, Brazil. *Fieldiana (Botany)* 19: 1-41.
- POPPENDIECK, H. H. 1981. *Cochlospermaceae*. Flora Neotropica Monographs Nº 27. Hafner Press, New York.

D. E. Prado

- PRADO, D. E. 1991. *A critical evaluation of the floristic links between Chaco and Caatingas vegetation in South America*. Ph.D. thesis, University of St. Andrews, St. Andrews, Scotland.
- PRADO, D. E. 1993a. What is the Gran Chaco vegetation in South America? I. A review. *Candollea* 48: 145-172.
- PRADO, D. E. 1993b. What is the Gran Chaco vegetation in South America? II. A redefinition. *Candollea* 48: 615-629.
- PRADO, D. E. 2000. Seasonally dry forests of tropical South America: from forgotten ecosystems to a new phytogeographic unit. *Edinburgh Journal of Botany* 57: 437-461.
- PRADO, D. E. & P. E. GIBBS. 1993. Patterns of species distributions in the dry seasonal forests of South America. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 80: 902-927.
- PRADO, D. E., E. A. FRANCESCHI & M. B. BIANCHI. 1989. El bosque del escarpe occidental del Río Paraná (Argentina). Composición florística y estructura. *Acta Botânica Brasílica* 3: 99-108.
- PRANCE, G. T. 1972. *Chrysobalanaceae*. Flora Neotropica Monographs N° 9. Hafner Press, New York.
- RADAMBRASIL. 1983. Vegetação. Pp 573-643 in: *Folhas SC. 24/25. Aracajú/Recife. Levantamento de Recursos Vegetais* 30. RADAMBRASIL, Rio de Janeiro.
- RATTER, J. A. 1987. Notes on the vegetation of the Parque Nacional do Araguaia (Brazil). *Notes of the Royal Botanic Garden* 44: 311-342.
- RATTER, J. A., G. P. ASKEW, R. MONTGOMERY & D. R. GIFFORD. 1978. Observations on forests of some mesotrophic soils in central Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 1: 47-58.
- RATTER, J. A., A. POTT, V. J. POTT, C. N. DA CUNHA & M. HARIDASAN. 1988. Observations on woody vegetation types in the Pantanal and at Corumbá, Brazil. *Notes of the Royal Botanic Garden* 45: 503-525.

- REIS, A. C. 1976. Clima da caatinga. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 48: 325-335.
- RIZZINI, C. T. 1963. Nota prévia sobre a divisão fitogeográfica do Brasil. *Revista Brasileira de Geografia* 25: 3-64.
- RIZZINI, C. T. 1975. Novitates florae Brasiliensis. *Leandra*, 5: 33-46.
- RIZZINI, C. T. 1979. *Tratado de Fitogeografia do Brasil*. HUCITEC, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- SAMPAIO, E. V. S. B. 1995. Overview of the Brazilian Caatinga. Pp 35-63 in: S. H. Bullock, H. A. Mooney & E. Medina (eds.) *Seasonally Dry Tropical Forests*. Cambridge University Press, Cambridge.
- SAMPAIO, E. V. S. B. & M. J. N. RODAL. 2000. *Fitofisionomias da Caatinga*. In: J. M. C. Silva & M. Tabarelli (coord.) Workshop *Avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade do bioma Caatinga*. Petrolina, Pernambuco. www.biodiversitas.org.br/caatinga.
- SAMPAIO, E. V. S. B., D. ANDRADE-LIMA & M. A. FIGUEIREDO GOMES. 1981. O gradiente vegetacional das caatingas e áreas anexas. *Revista Brasileira de Botânica* 4: 27-30.
- SARMIENTO, G. 1975. The dry plant formations of South America and their floristic connections. *Journal of Biogeography* 2: 233-251.
- SCHIMPER, A. F. W. 1903. *Plant geography upon a physiological basis*. Clarendon Press, Oxford.
- SCHNELL, R. 1966. Problèmes phytogéographiques, ecologiques et économiques de la caatinga brésilienne. *Journal D'Agriculture Tropicale et de Botanique Appliquée* 13: 59-90.
- SMITH, A. C. & I. M. JOHNSTON. 1945. A phytogeographic sketch of Latin America. Pp 11-18 in: F. Verdoorn (ed.) *Plants and Plant Science in Latin America*. Waltham.

D. E. Prado

- TAKHTAJAN, A. 1986. *Floristic Regions of the World*. University of California Press, Berkeley.
- TANFILJEV, C. J. 1905. Die südrussischen Steppen. Pp 381-388 in: Result. Scientifique Congrès International de Botanique, Vienne, Austria.
- TARODA, N. 1984. A revision of the Brazilian species of *Sterculia* L. *Notes of the Royal Botanic Garden* 42: 121-149.
- TAYLOR, N. P. 1991. The genus *Melocactus* (Cactaceae) in Central and South America. *Bradleya* 9: 1-80.
- TAYLOR, N. P. 2000. *Taxonomy and phytogeography of the Cactaceae of eastern Brazil*. Ph.D. thesis, Royal Botanic Gardens Kew, Kew, Richmond.
- TRICART, J. 1961. As zonas morfoclimáticas do nordeste brasileiro. *Notícia Geomorfologica* 3: 17-25.
- TRICART, J. 1972. *The landforms of the humid tropics, forests and savannas*. Geographies for Advanced Study, Longman, London.
- TRICART, J. 1985. Evidence of Upper Pleistocene dry climates in northern South America. Pp 197-217 in: I. Douglas & T. Spencer (eds.) *Environmental Change and Tropical Geomorphology*. Allen & Unwin, London.
- TROCHAIN, J. L. 1957. Accord interafricain sur la définition des types de végétation de l'Afrique tropicale. *Bulletin de l'Institut d'Etudes Centrafricaines* 13: 55-93.
- VASCONCELOS, J. DE. 1941. As regiões naturais de Pernambuco. *Arquivos do Instituto de Pesquisas Agronômicas* 3: 25-33.
- VELOSO, H. P. 1964. Os grandes climaxes do Brasil. IV. Considerações gerais sobre a vegetação da região Nordeste. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz* 62: 203-223.

1. As Caatingas da América do Sul

VELOSO, H. P. & L. GÓES-FILHO. 1982. Fitogeografia Brasileira. Classificação Fisionômica-Ecológica da Vegetação Neotropical. *Boletim Técnico, Projeto RADAMBRASIL, Série Vegetação* 1: 1-79.

ZAPPI, D. C. 1994. *Pilosocereus (Cactaceae). The genus in Brazil*. Succulent Plant Research Vol. 3, Royal Botanic Gardens, Kew.

D. E. Prado

ABELHAS DA CAATINGA: BIOGEOGRAFIA, ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO

Fernando César Vieira Zanella & Celso Feitosa Martins

Introdução

A Caatinga, provavelmente devido à sua característica semi-árida e relativa pobreza de espécies, é o ecossistema brasileiro mais negligenciado quanto à conservação de sua biodiversidade. Entretanto, o conhecimento de sua fauna e flora, apesar de ainda incipiente, será extremamente importante, justamente para o manejo de ambientes em processo de desertificação, cada vez mais comuns nas paisagens do planeta. Os estudos sobre a fauna de abelhas da Caatinga têm revelado idiosincrasias, como espécies endêmicas e interações específicas com sua flora, além de informações relevantes para o conhecimento biogeográfico da fauna de abelhas Neotropical. Todavia, o conhecimento dos aspectos faunísticos, ecológicos, comportamentais e filogeográficos das espécies de abelhas deste ambiente são ainda muito fragmentados e, devido à enorme pressão antrópica sofrida pela Caatinga, é urgente estudar e conhecer suas particularidades e potencialidades, além de preservar as poucas áreas remanescentes de sua cobertura original.

O Brasil apresenta uma grande diversidade de abelhas, com um número estimado de 3.000 espécies (Pedro & Camargo 1999).

Apesar disso, quando se fala sobre abelhas, a referência, para a maioria das pessoas, é a abelha africanizada, um híbrido de variedades européias e africana, introduzidas no Brasil a partir de 1839 e em 1956, respectivamente (ver Nogueira-Neto 1972). O presente texto tem, assim, o objetivo de apresentar uma síntese do conhecimento atual sobre a biogeografia e ecologia das espécies de abelhas que ocorrem na Caatinga, ressaltando-se a sua diversidade e os aspectos que tenham implicações para as práticas conservacionistas e que possam ajudar as pessoas a reconhecer o valor de sua preservação.

Composição e riqueza de espécies

Para analisar a composição e riqueza de espécies da apifauna da Caatinga é necessário inicialmente definir a unidade de análise. Como um ecossistema não é uma entidade homogênea em toda sua distribuição e não têm limites claramente definidos, um esboço geográfico prévio é necessário para definir critérios de inclusão/exclusão em uma relação das espécies que compõe a sua fauna e flora. Nesse sentido, o esquema de domínios morfoclimáticos da América do Sul produzido por Ab'Sáber (1974, 1977a) é particularmente útil, por distinguir a existência de áreas core ou nucleares, faixas de transição entre domínios contíguos (onde as biotas se misturam ou se interpenetram) e enclaves de outros ecossistemas no interior das áreas core.

Se o objeto de nossa análise é o ecossistema Caatinga, um conjunto florístico-faunístico com possíveis relações ecológicas e históricas com a condição de semi-aridez da região, é preciso considerar como parte da sua apifauna apenas as espécies coletadas nas áreas core; excluindo-se as espécies cujos registros estão limitados a áreas próximas aos limites do ecossistema, bem como as coletadas unicamente nos enclaves de florestas úmidas ou de

cerrado. Tal procedimento pode excluir da análise algumas espécies que sejam verdadeiramente da Caatinga, mas garante uma maior confiabilidade nos dados.

Esses critérios foram utilizados recentemente para compilar uma lista das espécies de abelhas da Caatinga (Zanella 1999a, 2000a). A pertinência dos critérios adotados foi, de certa forma, corroborada no caso da exclusão de uma espécie de Xeromelissinae, subfamília de abelhas neotropicais distribuída do sul da América do Sul ao norte do México, especialmente em áreas secas (Michener 1995). Essa informação poderia levar a pensar que, apesar de ter sido coletada por Ducke (1908) em um enclave de floresta perenifólia de altitude na serra do Baturité (CE), *Chilicola (Hylaesoma) megalostigma* Ducke fosse componente da apifauna da Caatinga. Entretanto, ao revisar o grupo de espécies *Chilicola megalostigma*, Brooks & Michener (1999) mencionam, dentre as áreas de coletas das outras duas espécies que fazem parte do grupo, somente localidades de grande altitude na América Central e uma localidade na Amazônia Colombiana. Aparentemente, trata-se de um pequeno conjunto de espécies de distribuição restrita a áreas de maior altitude e/ou de formações florestais fechadas, que faz parte de um grupo maior, a subfamília Xeromelissinae, predominantemente associada a áreas xéricas. Assim, na ausência de outros dados, faz sentido supor que, dentro do espaço geográfico das Caatingas, *Chilicola megalostigma* tenha distribuição restrita aos enclaves de floresta perenifólia.

Na compilação acima referida foram relacionadas 187 espécies de abelhas, pertencentes a 77 gêneros, reunindo dados de revisões taxonômicas, trabalhos isolados com descrições de espécies e de polinização de plantas da Caatinga, além dos trabalhos de Ducke (1907, 1908, 1910, 1911), que realizou coletas em várias localidades do Ceará, e de levantamentos recentes da

flora e fauna apícola, realizados em Casa Nova (BA), São João do Cariri (PB) e Serra Negra do Norte (RN). Posteriormente a esse trabalho, foi coletado em Patos (PB) o primeiro representante do gênero *Ptiloglossa* (Caupolicanini) para a Caatinga (dados não publicados). Os registros de *Epicharis* e espécies de outros gêneros (Viana 1999a, Neves & Viana 2001) e de uma nova espécie de *Eufriesea* para a região das dunas interiores do São Francisco (Moure *et al.* 2001) e de espécies de *Centris* para Itatim e Castro Alves (BA), foram excluídos, de acordo com os critérios de exclusão adotados. No caso da fauna das dunas, por apresentar uma fauna endêmica, distinta da de Caatinga (ver Rodrigues 1996), podendo ser considerado um enclave, e no caso das duas outras localidades do leste da Bahia, por se tratarem de áreas próximas ao limite do ecossistema, possivelmente com a presença de elementos da Floresta Atlântica.

Mesmo considerando que, com a realização de amostragens em outras áreas, certamente haverá uma ampliação no número de espécies conhecidas para a Caatinga, a riqueza de espécies é baixa em comparação com a de outros ecossistemas brasileiros, pois em pequenas áreas de Cerrado e de Floresta Atlântica foram coletadas mais espécies. Por exemplo, em uma área de apenas 0,01 Km² de Cerrado em Cajurú (SP), foram coletadas 193 espécies (Pedro 1992) e em uma área de Floresta Atlântica em Boracéia (SP), foram coletadas 259 espécies (Wilms 1995).

Outro indicador da menor riqueza de espécies na Caatinga é o baixo número de espécies por gênero. Nos levantamentos realizados em áreas restritas de Caatinga, o maior valor para a relação número de espécies por gênero foi 2,3, enquanto que em áreas de Cerrado, Floresta Atlântica e de Campos Sulinos esse valor variou entre 2,6 e 3,5 espécies por gênero (ver Zanella 2000a). Todavia, apesar da diversidade alfa ser pequena em cada

localidade, diferentes localidades apresentam várias espécies exclusivas (diversidade beta) (Martins 1994, 1999 e dados não publicados, Aguiar & Martins 1997, Zanella 2000b e dados não publicados). Isso sugere uma diversidade relativamente alta na Caatinga como um todo, ainda que mais baixa em relação a outros ecossistemas brasileiros (diversidade gama - no sentido proposto por Whittaker 1972, *apud* Schluter & Ricklefs 1993).

Uma análise da composição de comunidades locais de abelhas na Caatinga (dentro da região core) é limitada aos dados dos levantamentos anuais realizados por Martins (1994) e Aguiar & Martins (1997), em Casa Nova (CN), Bahia e em São João do Cariri (SJC), Paraíba, respectivamente. Suas principais conclusões foram:

- Há uma predominância de espécies raras (entre 62 e 67 % das espécies coletadas foram representadas por menos de seis indivíduos);
- A riqueza local de espécies, 45 e 42 espécies respectivamente, é baixa em relação à registrada em outras regiões do país;
- Há uma baixa diversidade de abelhas da família Halictidae;
- Em CN havia uma elevada riqueza e abundância relativa de abelhas sem ferrão, tribo Meliponini (10 espécies que contribuíram com 43% do total de indivíduos coletados). Em SJC foram coletadas apenas quatro espécies de Meliponini, mas mesmo assim elas representaram uma grande parte da abundância total de abelhas na área (39%). A relativa pobreza de espécies dessas abelhas sociais em SJC foi associada à carência de locais de nidificação, devido à vegetação local ser

de porte arbustivo, e à condição de extrema aridez. SJC fica próximo à localidade mais seca do País e apresenta uma precipitação pluviométrica anual média de apenas 386,6 mm, com a estação seca durando até 10 meses (Atlas Climatológico da Paraíba 1987). Foi ainda mencionado um possível papel da ação predatória humana, ao destruir ninhos durante a exploração do mel;

- O número de espécies em comum entre as comunidades é baixo, resultando num índice de similaridade de Sorensen de 27% (ou seja, alta diversidade beta).

Zanella (2000a), ao comparar a ocorrência de gêneros de abelhas na Caatinga com dados de levantamentos realizados em outras regiões do Brasil, ressaltou que:

- Alguns gêneros não registrados na Caatinga, como *Monoeca*, *Paratetrapedia*, *Ceratalictus*, *Habralictus* e *Hypanthidium*, são diversificados e relativamente comuns no Cerrado. De modo semelhante, *Epicharis*, *Euglossa*, *Eulaema* e *Oxaea*, gêneros ausentes na maior parte das áreas amostradas na Caatinga, são mais bem representados no Cerrado. Esse padrão é interessante devido ao Cerrado ser um ecossistema contíguo à Caatinga, com muitas áreas de contato, e por também apresentar vegetação aberta. As causas históricas e/ou ecológicas de tal padrão ainda não foram estudadas em detalhe, entretanto, parte dos gêneros acima citados é de abelhas coletoras de óleo, o que pode indicar uma diferença na composição das floras. A esse respeito, Gaglianone (2001), discutindo a escassez de *Epicharis* na Caatinga, comentou que, segundo Simpson (1989), as malpighiáceas são pouco representadas em áreas xéricas.

Essa família de plantas é a única fonte de óleo conhecida para as espécies desse gênero (Gaglianone, *op.cit.*).

- A Caatinga é também pobre em espécies de outros gêneros aparentemente mais diversificados no Cerrado (*Tetrapedia*), nos Campos do sul do Brasil (*Sarocolletes* e *Augochloropsis*) e em todas as outras regiões estudadas (vários gêneros);

- Há uma relativamente elevada riqueza de espécies de *Melitoma*, *Diadasina* e *Leiopodus*. Os dois primeiros gêneros são de abelhas da tribo Emphorini, que ocorrem predominantemente em áreas de vegetação aberta (Santos 2000), e *Leiopodus* é um gênero de abelhas cleptoparasitas aparentemente exclusivos de espécies da tribo Emphorini (Roig-Alsina & Rozen 1994);

Padrões de distribuição geográfica e aspectos da história da apifauna da Caatinga

A análise da distribuição geográfica de 94 espécies que ocorrem na Caatinga indicou que um elevado percentual é endêmico (Zanella 2000b), de modo semelhante ao observado para a sua flora lenhosa e fauna de escorpiões, e contrastando com o baixo endemismo na fauna de mamíferos não-voadores (Tabela 1).

Gaesischia é o gênero de abelhas com o maior número de espécies endêmicas. Dentre as Halictidae, com exceção de *Ceblurgus longipalpis*, todas as outras espécies são de ampla distribuição. Foi ressaltada também, a provável ocorrência de endemismo entre as Emphorini, nos gêneros *Melitoma*, *Melitomella* e *Ancyloscelis*, devido a essas abelhas visitarem preferencialmente flores de convolvuláceas, plantas que, de modo geral, têm

distribuição restrita a locais com maior disponibilidade de água (observação pessoal de FZ).

Tabela 1. Frequência de endemismo observado na Caatinga.

	Nº de espécies endêmicas	Nº total de espécies	Porcentagem	Fonte
Flora lenhosa	180	437	41	Prado & Gibbs 1993
Abelhas	30	94 (192)	32	Zanella 2000b
Escorpiões	4	17	23	Lourenço 1990
Mamíferos*	cf. 1	80	1	Mares <i>et al.</i> 1985; Willig & Mares 1989; Redford & Fonseca 1986

* Não voadores

Ceblurgus é o único gênero seguramente endêmico da Caatinga (cf. Aguiar & Martins 1994, Rozen 1997). Recentemente, Moure *et al.* (2000) propuseram o reconhecimento de *Nomiocolletes bicellularis* (Ducke) como um novo gênero, *Baptonedys*, com uma única espécie.

Outros três padrões de distribuição foram reconhecidos:

- Ampla distribuição, incluindo também áreas em regiões de Floresta Tropical Úmida, mas não necessariamente em áreas de floresta virgem (30 espécies);
- Com distribuição se estendendo pelo Cerrado, em alguns casos chegando até as regiões áridas da Argentina (30 espécies);
- Distribuição disjunta entre a Caatinga e as regiões áridas do sul do continente. Observado em duas espécies de

Leiopodus (ver Roig-Alsina & Rozen 1994) e em *Caenonomada unicalcarata* (Ducke).

Esse padrão de distribuição disjunta deve ocorrer também nos gêneros *Callonychium*, *Nomiocolletes*, *Sarocolletes*, *Dasyhalonia* e talvez em *Acamptopoeum*, *Osirinus* e *Diadasina* (Tabela 2). O estudo da história biogeográfica desses grupos deve contribuir para um melhor entendimento acerca da possível coalescência entre biotas de regiões xéricas da porção cisandina da América do Sul, durante o último ciclo de eventos glaciais, que ocorreu no Quaternário, entre 80 e 12 mil anos atrás (Ab'Saber 1977b, 1990).

Caenonomada é o único grupo de abelhas, com esse padrão de distribuição, que foi estudado por meio de análise cladística e biogeográfica (Zanella 2002a). Esse gênero apresenta três espécies que ocorrem em áreas de vegetação aberta, especialmente em áreas xéricas. *Caenonomada unicalcarata* (Ducke) apresenta uma área principal de ocorrência no nordeste do Brasil, dentro dos limites da Caatinga, o que parece indicar uma certa “fidelidade” às condições xéricas. Há dois outros registros isolados, no Mato Grosso e em Tucuman, Argentina, que foram interpretados como possíveis populações isoladas. A simpatria dessas populações com *C. bruneri* Ashmead na Argentina, e com uma espécie nova no Brasil central, sugere que, *C. unicalcarata*, originalmente restrita à Caatinga teve sua distribuição expandida para o sudoeste, até as áreas áridas da Argentina, sobrepondo-se às áreas de ocorrência das outras espécies. Esse resultado corrobora a hipótese de uma expansão da distribuição das biotas de regiões xéricas em um passado recente, possivelmente correspondendo, nesse caso, ao último episódio glacial, ocorrido entre 18 e 12 mil anos atrás (Ab'Saber 1977b).

É necessário ressaltar, entretanto, que a apifauna da Caatinga não é constituída apenas por grupos associados a regiões xéricas,

Tabela 2. Distribuição geográfica dos gêneros de abelhas que ocorrem na Caatinga. NE – Região Neártica, AC – América Central e México, FAm – Floresta Amazônica, FAt – Floresta Atlântica, BC – Brasil central (Cerrados), SE – Serras e planaltos do sudeste do Brasil, SA – Sul da América do Sul, regiões temperadas e subtropicais, inclui áreas desertas da Argentina e Chaco, DP – Desertos da costa do Pacífico, AD – Andes, AR – Região Araucana, na parte central do Chile. “+” = regiões altas, acima de 800 m, “m” = marginalmente ou somente por espécies amplamente distribuídas.

	NE	AC	FAm	FAt	BC	SE	SA	DP	AD	AR	Referências
Caupolicanini											
<i>Ptiloglossa</i>	m	AC	FAm	FAt	BC	SE	m		?		22, 82
Chilicolini											
<i>Chilicola</i>		AC	m	m		SE	SA	DP	AD	AR	1, 2, 3, 78
Colletini											
<i>Colletes</i>	NE	AC	m	FAt+	BC	SE	SA	DP	AD	AR	2 a 13, 78
Paracolletini											
<i>Bicolletes</i>				FAt+			SA	DP	AD	m	3, 7, 12, 14, 15, 78
<i>Eulonchopria</i>	NE	AC			cf. BC		SA				4, 13, 17
<i>Nomiocolletes</i>			m				SA				4, 14, 78
<i>Perditomorpha</i>				FAt+		SE	SA				7, 14, 18
<i>Protodiscelis</i>						SE					4, 19
<i>Sarocolletes</i>							SA				4, 14, 16, 20, 21

	NE	AC	FAm	FAt	BC	SE	SA	DP	AD	AR	Referências
Hylaeinae											
<i>Hylaeus</i>	NE	AC	FAm	FAt	BC	SE	SA		AD		5, 6, 8, 11, 18, 22, 23
Oxaeinae											
<i>Oxaea</i>		m	m		BC	SE	SA				9, 12, 22, 24, 25
Calliopsini											
<i>Acamptopoeum</i>				m			SA		?	AR	3, 12, 26
<i>Callonychium</i>							SA	DP		AR	3, 12, 26, 78
Panurgini											
<i>Parapsaenythia</i>			m		BC	SE	SA				12, 18, 27, 28
<i>Psaenythia</i>				FAt+	BC	SE	SA			AR	3, 12, 29
<i>Rophitulus</i>						SE					30
Protomeliturgini											
<i>Protomeliturga</i>			m								Obs. pessoal
Augochlorini											
<i>Augochlora</i>	NE	AC	FAm	FAt	BC	SE	SA		AD		9, 31
<i>Augochlorella</i>	NE	AC	?	FAt	m	?	SA		?		31, 5
<i>Augochloropsis</i>	NE	AC	FAm	FAt	BC	SE	SA		AD		31, 78
<i>Pereirapis</i>		AC	FAm	FAt	BC				AD		31
<i>Pseudaugochlora</i>	NE	AC		FAt	BC		SA		AD		31

	NE	AC	FAm	FAt	BC	SE	SA	DP	AD	AR	Referências
Halictini											
<i>Dialictus</i>	NE	AC	m	FAt	BC	SE	SA	DP	AD	AR	3, 31, 78
Rophitini											
<i>Ceblurgus</i>											32
Anthidiini											
<i>Anthidium</i>	NE	AC			BC	SE	SA	DP	AD	AR	3, 22, 33, 78, 81
<i>Dicranthidium</i>				FAt	BC	SE	m	DP	AD	AR	2, 34
<i>Epanthidium</i>				FAt	BC	SE	SA				35, 78, 79
<i>Larocanthidium</i>				m	BC	SE					36
Lithurgini											
<i>Microthurge</i>			m		m		SA		m		37
Megachilini											
<i>Coelioxys</i>	NE	AC	FAm	FAt	BC	SE	SA	DP	AD	AR	2, 3, 5 a 9, 22
<i>Megachile</i>	NE	AC	FAm	FAt	BC	SE	SA	DP	AD	AR	2, 3, 5 a 8, 22, 29
Bombini											
<i>Bombus</i>	NE	AC	FAm	FAt	BC	SE	SA		AD		8, 38, 39
Euglossini											
<i>Eufriesea</i>	M	AC	FAm	FAt	BC	SE	m		m		2, 7, 12, 24, 29, 40 41

	NE	AC	FAm	FAt	BC	SE	SA	DP	AD	AR	Referências
<i>Euglossa</i>	M	AC	FAm	FAt	BC	SE	m		?		2, 7, 11, 12, 22, 24 29, 40, 42
<i>Eulaema</i>	M	AC	FAm	FAt	BC	SE	m		AD		2, 7, 12, 29, 40, 43
Meliponini											
<i>Frieseomelitta</i>		AC	FAm	FAt	BC	?	?		?		5 a 8, 13, 42, 44
<i>Geotrigona</i>		AC	FAm		BC	SE	m		?		45
<i>Lestrimelitta</i>		AC	FAm	FAt	BC	SE	m		?		7, 12, 22, 24, 46
<i>Melipona</i>		AC	FAm	FAt	BC	SE	m		m		2, 22, 29, 47, 48
<i>Paratrigona</i>		AC	FAm	FAt	BC	SE	m		AD		49
<i>Partamona</i>		AC	FAm	FAt	BC	SE			m		50
<i>Plebeia</i>		AC	FAm	FAt	BC	SE	m		?		5 a 7, 11, 12, 18, 22, 24, 29, 44
<i>Scaptotrigona</i>		AC	FAm	FAt	BC	SE	m		?		5 a 7, 11, 12, 18, 22, 24, 42, 44

	NE	AC	FAm	FAt	BC	SE	SA	DP	AD	AR	Referências
<i>Trigona</i>		AC	FAm	FAt	BC	SE	m		?		2, 5 a 8, 11, 12, 18, 24, 29, 44, 51
<i>Trigonisca</i>		AC	FAm		BC	SE					6, 22, 44, 52
Centridini											
<i>Centris</i>	m	AC	FAm	FAt	BC	SE	SA	DP	AD	AR	2, 3, 5 a 12, 24, 29, 53
<i>Epicharis</i>	m	AC	FAm	FAt	BC	SE	m				2, 5 a 7, 9, 11, 12, 24, 29, 53
Ericrocidini											
<i>Mesocheira</i>	m	AC	FAm	FAt	BC		m				9, 11, 20, 22, 24
Emphorini											
<i>Ancyloscelis</i>	m	AC	FAm	FAt	BC	?	m				5, 6, 9, 11, 22, 24, 54, 80
<i>Diadasina</i>		m			cf.	SE	SA				8, 14, 80, 83
<i>Melitoma</i>	m	AC	m	FAt	BC		m				5, 6, 9, 11, 22, 24, 80
<i>Melitomella</i>		AC									84
<i>Ptilothrix</i>	NE	AC	FAm		BC	SE	m				6, 9, 18, 22, 24

	NE	AC	FAm	FAt	BC	SE	SA	DP	AD	AR	Referências
Epeolini											
<i>Rhogepeolus</i>						SE	SA				77
Eucerini											
<i>Alloscirtetica</i>					m		SA	DP	AD	AR	55, 56
<i>Dasyhalonia</i>							SA				57
<i>Florilegus</i>	NE	AC	FAm	FAt	BC	SE	SA	DP			58
<i>Gaesischia</i>	NE		m	m	BC	SE	SA				59, 60
<i>Melissodes</i>	NE	AC		FAt	m	SE	SA	DP	AD		8, 22, 61
<i>Melissoptila</i>	m	AC	FAm	FAt	BC	SE	SA	DP	AD	AR	8, 22, 62, 63
<i>Thygater</i>	m	AC	FAm	FAt	BC	SE	SA		AD		64, 65
<i>Trichocerapis</i>			m		BC	SE	m		AD		6, 18, 66
Exomalopsini											
<i>Exomalopsis</i>	NE	AC	FAm	FAt	BC	SE	SA	DP			2, 3, 9, 22, 29, 67
Isepeolini											
<i>Isepeolus</i>						m	SA	DP	m	AR	68
Osirini											
<i>Osirinus</i>					BC		SA				69, 79
<i>Parepeolus</i>			m		m	SE	SA				5, 69
Protepeolini											
<i>Leiopodus</i>	m	AC	m	m	BC	SE	SA		AD		11, 70
Tapinotaspidini											
<i>Caenonomada</i>					BC		SA				71

	NE	AC	FAm	FAt	BC	SE	SA	DP	AD	AR	Referências
<i>Arhysoclebe</i>					BC	SE	SA				2, 6, 42, 72
Tetrapediini											
<i>Coelioxoides</i>	m	AC	m		BC		SA				73
<i>Tetrapedia</i>	m	AC	FAm	FAt	BC	SE	m				2, 5 a 7, 9, 24, 74
Ceratinini											
<i>Ceratina</i>	NE	AC	FAm	FAt	BC	SE	SA				2, 5 a 7, 9, 11, 14
<i>Ceratinula</i>				FAt	BC	SE	m				2, 5 a 7, 11, 14, 24, 75
Xylocopini											
<i>Xylocopa</i>	NE	AC	FAm	FAt	BC	SE	SA	m	AD		2, 3, 29, 76

Referências:

[1] Michener 1995
[2] Faria & Camargo 1996
[3] Toro 1986
[4] Michener 1989
[5] Pedro 1992
[6] Silveira & Campos 1995
[7] Wilms 1995
[8] Michener 1954

[9] Ducke 1901
[10] Ducke 1902
[11] Zanella *et al.* 1998
[12] Wittmann & Hoffman 1990
[13] Ayala 1988
[14] Schlindwein 1995
[15] Moure 1954
[16] Urban 1995
[17] Michener 1985

[18] Cure *et al.* 1992
[19] Melo 1996
[20] Martins 1994
[21] Moure & Urban 1992
[22] Michener *et al.* 1994
[23] Moure 1960
[24] Schrottky 1913
[25] Silveira *et al.* 1993
[26] Ruz 1991

- [27] Moure 1947
[28] Moure 1998
[29] Silveira & Cure 1993
[30] Ducke 1912
[31] Moure & Hurd 1987
[32] Rozen 1997
[33] Moure & Urban 1964
[34] Urban 1992a
[35] Urban 1992b
[36] Urban 1997
[37] Zanella 2000c
[38] Moure & Sakagami 1962
[39] Williams 1985
[40] Morato 1998
[41] Kimsey 1982
[42] Carvalho & Bego 1996
[43] Oliveira 2000
[44] Oliveira et al. 1995
[45] Camargo & Moure 1996
[46] Camargo & Moure 1989
[47] Moure & Kerr 1950
[48] Vergara & Pinto 1981
[49] Camargo & Moure 1994
- [50] Pedro, 1998
[51] Almeida & Laroca 1988
[52] Albuquerque 1990
[53] Snelling 1984
[54] Schrottky 1920
[55] Urban 1971
[56] Urban 1982
[57] Urban 1967a
[58] Urban 1970
[59] Urban 1968a
[60] Urban 1989a
[61] Urban 1973
[62] Urban 1968b
[63] Urban 1998
[64] Urban 1967b
[65] Urban 1999
[66] Urban 1989b
[67] Silveira 1995
[68] Roig-Alsina 1991
[69] Roig-Alsina 1989
[70] Roig-Alsina & Rosen 1994
[71] Zanella (no prelo)
[72] Moure 1948
- [73] Roig-Alsina 1990
[74] Friese, 1899
[75] Moure 1941
[76] Hurd 1978
[77] Roig-Alsina 1996

com um possível parentesco com elementos da fauna do Cone Sul. Uma análise preliminar da distribuição geográfica dos gêneros e tribos indica a presença de grupos com distintos padrões, sugerindo uma história complexa. De modo semelhante ao observado para a apifauna do Estado de São Paulo (cf. Pedro & Camargo 1999), estão presentes grupos com ampla distribuição entre os continentes (incluindo o Velho Mundo), grupos pan-austrais (representados principalmente nas regiões temperadas dos continentes do Hemisfério Sul), grupos circuntropicais, neotropicais, neotemperados e anfitropicais.

São exemplos de grupos com ampla distribuição os gêneros *Xylocopa*, *Hylaeus*, *Colletes*, *Megachile*, *Bombus* e *Anthidium* (Michener 1979). Os dois últimos ocorrem, na América do Sul, principalmente nas terras altas dos Andes e são considerados como elementos faunísticos que invadiram o continente após a elevação das terras do Istmo do Panamá, formando uma “ponte” com a América do Norte, a cerca de 5,7 milhões de anos (Michener 1979, Simpson & Neff 1985).

A distribuição panaustral, de grupos de origem Gondwânica, está representada pela tribo Paracolletini (Michener 1989). Os gêneros dessa tribo constituem elementos do componente neotemperado, por serem membros de um grupo panaustral ou circumtemperado presentes no Novo Mundo, principalmente nas áreas temperadas do sul da América do Sul (ver detalhes da terminologia e dos padrões de distribuição em Amorin & Pires 1996). Vários desses gêneros tem o limite setentrional de sua distribuição na Caatinga (Tabela 2). É interessante observar que esse fato já tinha sido ressaltado, no começo do século, por Ducke (1910), o pioneiro no estudo sistemático das abelhas da Caatinga.

Um dos gêneros de Paracolletini, *Eulonchopria*, chegou a atingir a América do Norte. Entretanto, não ocorre nas regiões tropicais, em especial nas florestas úmidas (Tabela 2). Esse padrão de distribuição disjunta, com presença nas áreas temperadas da América do Norte e da América do Sul e ausência nas áreas tropicais intermediárias, é denominado anfitropical. Outros grupos de distribuição anfitropical, segundo Michener (1979), são: *Ptilothrix*, *Protandrena-Psaenithia*, a subfamília Dufoureae, da qual faz parte o gênero *Ceblurgus* e o subgênero *Centris* (*Paracentris*) (Zanella 2002b).

A tribo Meliponini é o único grupo de abelhas com distribuição pantropical ou circuntropical, ocorrendo principalmente nas regiões tropicais úmidas ao redor mundo (Michener 1979). Os gêneros de Meliponini presentes na Caatinga são todos representantes do componente neotropical, com distribuição limitada, em geral, às terras tropicais e subtropicais, entre o norte da Argentina e o sul dos Estados Unidos. Outros grupos neotropicals são: Euglossini, *Epicharis*, alguns subgêneros de *Centris*, *Ancyloscelis*, *Tetrapedia*, *Ptiloglossa* e *Mesocheira* (Tabela 2).

Para uma reconstrução da história biogeográfica de componente neotropical, veja Amorin & Pires (1996), Camargo (1996) e Camargo & Moure (1996). Recentemente, Oliveira (2000) estudou, por meio de metodologia cladística e biogeográfica, o gênero *Eulaema* (Euglossini), e Gaglianone (2001) estudou alguns subgêneros de *Epicharis*.

Dentro do componente neotropical, apenas um possível traçado biogeográfico está documentado para a Caatinga, aqui denominado “Caatinga-Amazônia SE” (Figura 1a). Um traçado biogeográfico pode ser definido como a linha reta que liga, no espaço, duas populações, espécies ou grupos relacionados que

apresentam distribuição disjunta. Quando vários traçados individuais se sobrepõem, forma-se um traçado generalizado, considerado indicativo de que a biota das duas regiões teve distribuição contínua no passado e sofreu um processo de vicariância (separação em duas populações isoladas), devido ao surgimento de uma barreira geográfica (ver Croizat *et al.* 1974, Morrone & Crisci 1995).

O traçado acima referido é reconhecido a partir da distribuição de três espécies de *Geotrigona*, que formam um possível grupo monofilético de acordo com a hipótese de filogenia proposta por Camargo & Moure (1996). *Geotrigona xanthopoda* Camargo & Moure é endêmica da Caatinga, tendo sido coletada apenas no interior da Paraíba. *G. aequinoctialis* (Ducke) é registrada do leste do Pará ao Maranhão e em enclaves de floresta úmida no interior da região das Caatingas e *G. mattogrossensis* (Ducke) ocorre do Pará a Rondônia e Bolívia.

Esse traçado tem um significado diferente do representado pela distribuição de grupos associados a regiões xéricas, como o de *Caenonomada* (aqui denominado “Caatinga – regiões áridas do sul da América do Sul” e representado na figura 1b), pois sugere que a espécie endêmica da Caatinga descende de um ancestral que ocorria em ambientes distintos, de floresta úmida. É possível que a espécie que atualmente ocorre na Caatinga tenha habitado, no passado, um enclave de floresta úmida, e com a intensificação do processo de aridificação do ambiente e retração da floresta, se adaptou às novas condições.

Um terceiro traçado, denominado “Caatinga – regiões desérticas da costa do Pacífico”, é sugerido pela distribuição dos Rhophitinae sul-americanos (Figura 1c). Essa subfamília de Halictidae apresenta somente três gêneros na América do Sul: *Ceblurgus*, monotípico e endêmico da Caatinga; *Goeletapis*,

também monotípico e restrito às regiões áridas da costa do Peru e *Penapis*, com três espécies que ocorrem nos desertos do Chile (Rozen 1997).

Prado (1991) menciona outros dois exemplos que se ajustam a esse traçado. O gênero *Skytanthus* (Apocynaceae), que apresenta somente duas espécies, uma na Caatinga e outra no deserto de Atacama, no norte do Chile, e o gênero *Hyptis* seção *Leucocephala*, que apresenta três espécies, na Caatinga, nos campos rupestres do norte da Bahia e na costa do Peru, respectivamente (ver também Harley 1988). Prado consi-

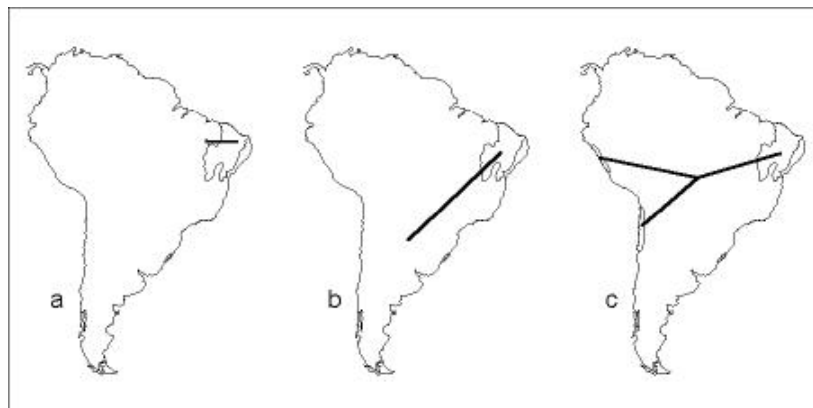


Figura 1. Traçados biogeográficos documentados para a fauna de abelhas da Caatinga. (a) “Caatinga – Amazônia SE” (*Geotrigona*, Camargo & Moure 1996); (b) “Caatinga - Regiões áridas do sul da América do Sul” (*Caenonomada*, Zanella, no prelo) e (c) “Caatinga - Regiões desérticas da costa do Pacífico” (Rophitinae sul-americanos, Rozen 1997).

derou esse traçado enigmático, admitindo até mesmo a hipótese de uma dispersão recente à longa distância. Entretanto, a diferenciação entre os gêneros de Rophitinae reforça a idéia de uma distribuição

relictual, possivelmente resultado da fragmentação de uma distribuição contínua que teria ocorrido antes da elevação final dos Andes, no final do Terciário (ver Solbrig 1976) e, portanto, muito anterior aos eventos acima discutidos para os gêneros *Caenonomada* e *Geotrigona*.

Comportamento social e nidificação

A breve sistematização sobre a diversidade de tipos de comportamento social encontrados nas abelhas, com especial referência às espécies da Caatinga, foi realizada com base nas revisões de Michener (1974, 2000) Roubik (1989) e Griswold *et al.* (1995). Esta apreciação é, assim, feita com base em estudos realizados em outras regiões, em geral em espécies congêneres das que ocorrem na Caatinga. Não poderia ser de outra forma, considerando-se a praticamente ausência de estudos sobre comportamento de abelhas na região.

De modo semelhante à grande maioria das regiões já estudadas, a maior parte das espécies registradas para a Caatinga é solitária e faz seus ninhos no solo. Essas abelhas constroem uma cavidade com forma de tubo em solo plano ou em barrancos, depositam o alimento em células individualizadas e colocam seus ovos. Depois, procuram um outro local para construir um novo ninho ou morrem, não tendo contato com as crias. Dentre as espécies solitárias, há algumas que, durante um certo tempo, cuidam das crias jovens, em sua fase larval (apresentando assim sobreposição de gerações). Essas espécies são denominadas subsociais.

As mamangavas solitárias ou subsociais, abelhas do gênero *Xylocopa*, escavam seus ninhos em madeira morta ou bambus e as

espécies de *Ceratina* em ramos secos de plantas com a parte interior mole (Sakagami & Laroca 1971).

Outras espécies solitárias nidificam sempre em cavidades pré-existentes, ocupando orifícios feitos por outros organismos na madeira ou no solo, ou mesmo, ninhos abandonados por outras espécies (ver Martins & Almeida 1994 e Garófalo 2000). Na Caatinga, são exemplos desse comportamento, as espécies de *Centris*, dos subgêneros *Hemisiella* e *Heterocentris*, *Microthurge* e algumas espécies de Anthidiini, *Megachile* e *Hylaeus*.

Em outro extremo do gradiente de diferentes níveis de socialidade estão as espécies altamente eussociais, representadas pelas abelhas sem ferrão (tribo Meliponini) e pela *Apis mellifera* L., espécie exótica introduzida a partir de material da Europa e África, para a implantação da apicultura no Brasil.

Nessas espécies há uma divisão de trabalho bem definida entre as castas. As rainhas exercem essencialmente uma função reprodutiva, e não saem da colônia para coletar alimento. Cabe às operárias o conjunto de tarefas necessárias à manutenção da colônia, incluindo a coleta de alimento, a construção, defesa e limpeza do ninho e a alimentação das crias. As colônias são perenes, usualmente com muitos indivíduos. Assim, durante os períodos desfavoráveis, quando não há plantas com flores e, no caso das regiões temperadas, as condições climáticas não permitem a atividade de vôo, utilizam o alimento armazenado (mel e pólen).

Para construir o ninho usualmente utilizam cavidades pré-existentes em árvores vivas ou mortas. Mas, há grupos que utilizam os mais variados tipos de substratos, incluindo cavidades no solo (*Geotrigona* e *Paratrigona*, cf. Camargo & Moure 1994, 1996), em cupinzeiros (*Partamona*) ou expostos (*Trigona spinipes* (Fabricius), cf. Almeida & Laroca 1988; os autores observaram

ninhos expostos de *Apis mellifera*, em Patos e em Cabaceiras, PB). Martins *et. al.* (2001) observaram a nidificação de sete espécies de abelhas sem ferrão em 12 espécies vegetais, em áreas de caatinga do Rio Grande do Norte. Mais de 75% dos ninhos foram observados nos ocos existentes em duas espécies de árvores: catingueira (*Caesalpinia pyramidalis* Tul.) e imburana [*Commiphora leptophloeos* (Mart.)].

Aparentemente, algumas espécies de *Melipona* e de outros meliponínis fazem seus ninhos somente em ocos de árvores vivas (cf. Roubik 1989, Camargo 1994, Martins *et. al.* 2001) e devem ser mais sensíveis ao desmatamento ou à exploração seletiva de áreas florestadas. Brown & Albrecht (2001) analisaram a distribuição de espécies de *Melipona* em Rondônia, ao longo de um gradiente de desmatamento, estabelecido nos últimos 20-30 anos próximo à BR-364, e concluíram que algumas espécies ocorrem principalmente próximas de áreas onde a floresta está mais preservada. Esse resultado foi interpretado como sendo determinado pela relativa susceptibilidade ao desmatamento das espécies desse gênero, mesmo considerando o pouco tempo da ação humana.

As espécies com colônias, agrupamentos de dois ou mais indivíduos adultos, ao menos em uma parte do ciclo de vida, podem ser parassociais ou primitivamente eussociais. Considera-se como parassociais as colônias cujos indivíduos são todos da mesma geração, não havendo coexistência de uma fêmea reprodutiva e suas filhas, quando adultas. Em algumas colônias, as fêmeas são praticamente independentes umas das outras, apenas compartilhando o orifício e canal de entrada no ninho. Nesse caso, elas atuam de modo semelhante às abelhas solitárias, e podem ser chamadas de comunais. Quando as fêmeas cooperam na construção e provisionamento do ninho, mas são reprodutivamente independentes, são denominadas colônias quasissociais. Mas, se

apenas uma fêmea é reprodutivamente ativa, a colônia é considerada semi-social. Entretanto, geralmente não há informações para definir a relação entre as fêmeas nas colônias, e as espécies são chamadas parassociais.

Roubik (1989) relaciona os gêneros de abelhas que apresentam registros de espécies parassociais, citando entre eles: *Augochloropsis*, *Pseudaugochlora*, *Augochlorella*, *Ceratina* e *Exomalopsis*.

As colônias de *Bombus* são consideradas primitivamente eussociais. Nos casos descritos para regiões temperadas, não existem colônias na natureza durante o inverno. Após o término desse período desfavorável, as colônias são iniciadas por uma única fêmea, que faz todas as funções do ninho, como as abelhas solitárias e as subsociais. As filhas que nascem permanecem no ninho e se tornam operárias e a mãe passa a exercer sozinha e unicamente a função reprodutiva.

Relações com flores

As abelhas são o principal grupo de visitantes florais, e de polinizadores, especialmente em regiões tropicais (Bawa 1990). Em um estudo do sistema de polinização de 61 espécies de plantas com flores da Caatinga, foi verificado que há uma predominância de espécies entomófilas (visitadas por insetos), sendo a maioria polinizada por abelhas (Machado & Lopes 1994, Machado 1995).

De modo geral, as abelhas necessitam diretamente de plantas com flores para obter recursos alimentares (pólen, néctar e, em alguns casos, óleo) para si próprias e para suas crias, além de outros recursos utilizados na construção dos ninhos (Figura 2). Constituem exceções, as abelhas parasitas, que colocam seus ovos nos ninhos de outras abelhas, ou que roubam alimento de outras

colônias; espécies de *Oxytrigona*, *Trigona* e *Schwarzula* que coletam excreções (“honeydew”) de hemípteros fitófagos (Laroca & Sakakibara 1976, Camargo & Pedro 2002), e as *Trigona* necrófagas obrigatórias, grupo de abelhas sociais que utilizam carne de animais mortos como fonte de proteína (cf. Camargo & Roubik 1991).

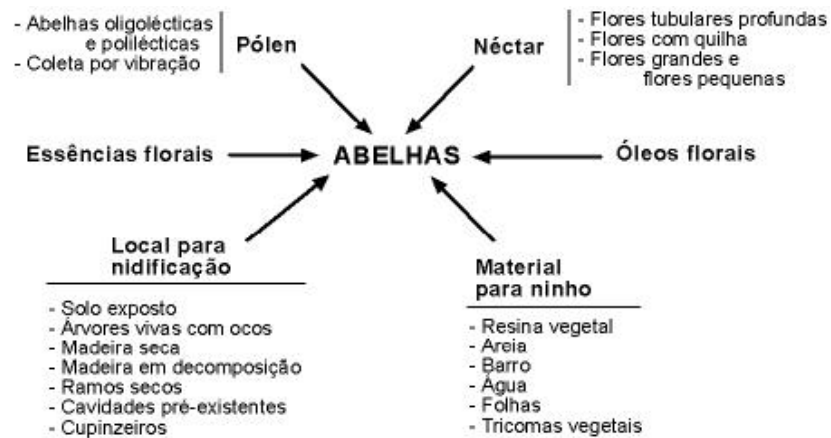


Figura 2. Diversidade de recursos do ambiente necessários à conservação das abelhas na natureza.

Entre as que visitam flores, há uma variedade de especializações tanto por parte das abelhas, como por parte das plantas, que resultam em uma complexa cadeia de inter-relações, com evidentes conseqüências para as práticas conservacionistas.

As abelhas coletoras de óleo, por exemplo, necessitam, além de plantas que fornecem néctar e pólen, de plantas com glândulas florais que produzem óleo. Esse comportamento está presente em espécies das tribos Centridini, Tetrapediini e Tapinotaspidini. Na Caatinga, são registradas como fontes de óleo utilizadas pelas

abelhas do gênero *Centris*, plantas das famílias Scrophulariaceae e Malpighiaceae (Vogel & Machado 1991, Aguiar *et al.* submetido).

Os machos de Euglossini coletam substâncias odoríferas (essências) em flores de orquídeas e de alguns gêneros de Araceae, Gesneriaceae, Euphorbiaceae e Solanaceae, e também de algumas fontes não florais. Esses perfumes têm papel na reprodução dessas abelhas, sendo utilizados como elementos para a atração das fêmeas (Dodson 1975, Oliveira 1998, Schlindwein 2000).

Dentre as plantas visitadas como fonte de néctar há uma certa correspondência de tamanho com as abelhas visitantes. Assim, são usualmente distinguidas nas comunidades guildas de visitantes de plantas com flores grandes, representadas, entre outras, por abelhas dos gêneros *Xylocopa*, *Bombus*, algumas *Centris* e *Euglossini*, e guildas de visitantes de plantas de flores pequenas, representadas pela maioria dos Meliponini, Halictidae, Colletidae e Andrenidae (ver Frankie *et al.* 1983 e Oliveira 1998).

Plantas com corolas tubulares profundas, como observado em bignoniáceas e lamiáceas, podem restringir o acesso ao néctar a abelhas com língua longa e de maior tamanho (por exemplo, os Bombini, Euglossini e Centridini) ou aquelas diminutas, que conseguem entrar na flor e alcançar os nectários. Mas, há casos de espécies pertencentes a famílias de língua curta que apresentam um alongamento das peças bucais, como adaptação à coleta de néctar em flores tubulares. Um exemplo desse interessante tipo de evolução foi registrado na Caatinga: a abelha *Ceblurgus longipalpis* Urban & Moure, uma Halictidae que visita quase que exclusivamente flores de *Cordia leucocephala* (Boraginaceae) (Moure & Urban 1993, Aguiar & Martins 1994).

Outras plantas, com flores fechadas, somente possibilitam o acesso ao néctar a abelhas de maior porte, que conseguem abrir as

flores utilizando o próprio corpo (ver Westerkamp 1998). Isso foi observado em Serra Negra do Norte (RN) em plantas do gênero *Crotalaria*, cujas flores foram visitadas quase que exclusivamente por *Xylocopa grisescens*, abelhas solitárias de grande porte (observação pessoal de FZ).

O comportamento das abelhas em relação às plantas fonte de pólen pode ser descrito em termos de um gradiente de especificidade, com as abelhas oligoléticas e as poliléticas nos extremos. As oligoléticas somente coletam pólen de uma ou poucas espécies de plantas relacionadas, de um gênero ou família ou de famílias próximas (Robertson 1925, Michener 2000). Como consequência, a preservação dessas espécies na natureza depende da conservação de suas poucas plantas hospedeiras. Dentre as espécies registradas para a Caatinga, são reconhecidas como oligoléticas: *Ceblurgus longipalpis* em *Cordia leucocephala*; *Protomeliturga turnerae* Ducke em plantas do gênero *Turnera* (Turneraceae); *Sarocolletes fulva* em malváceas; espécies de *Melitoma*, *Ancyloscelis* e *Melitomella* (em plantas da família Convolvulaceae) e de *Protodiscelis* em Alismataceae (Vieira & Lima 1997, observação pessoal de FZ) (ver revisões em Martins 1999 e Schlindwein 2000).

A oligolectia tende a ocorrer em abelhas solitárias que apresentam o período de vida ativa dos adultos relativamente curto (Schlindwein 2000). Em espécies sociais, e espécies solitárias cujo período de forrageio se estende por um longo tempo, são usualmente necessárias diversas fontes de pólen e néctar, que se sucedem no decorrer dos meses. Por utilizarem várias fontes de pólen de plantas de famílias não relacionadas, essas espécies são denominadas poliléticas.

As espécies altamente eussociais nativas (Meliponini), por apresentarem colônias perenes, necessitam de um fluxo

relativamente contínuo de pólen e néctar. Assim, apesar do comportamento generalista em relação ao pólen, é possível que a viabilidade de suas populações em determinado local seja comprometida, se em alguma época do ano não houver fontes de alimento disponíveis e se as suas reservas não forem suficientes para atravessar o período desfavorável.

Fenologia

O clima na região semi-árida do nordeste do Brasil apresenta tipicamente um período chuvoso e um período seco, quando as chuvas são nulas ou extremamente escassas. A oferta de recursos florais, bem como a variação na diversidade e abundância de abelhas, pode ser descrita, em termos gerais, com base nessa divisão (Figura 3).

No período chuvoso há uma grande oferta de alimento determinada em grande parte pelo desenvolvimento e floração de espécies de plantas herbáceas anuais e arbustivas. Nesse período, é observada também uma maior abundância e diversidade de abelhas, em especial das espécies solitárias.

No período seco, salvo exceções, encontram-se ervas e arbustos com flores somente nos leitos secos dos rios e próximos a corpos d'água (riachos, açudes, lagoas temporárias, etc.). Segundo Aguiar *et al.* (1995), durante o período seco em uma área estudada em São João do Cariri (PB), próximo ao local mais seco do Brasil, somente foram ofertadas flores de espécies arbóreas, de cactáceas e de bromeliáceas. Para uma revisão sobre os poucos dados fenológicos existentes das plantas da Caatinga veja Machado (1996) e Machado *et al.* (1997).

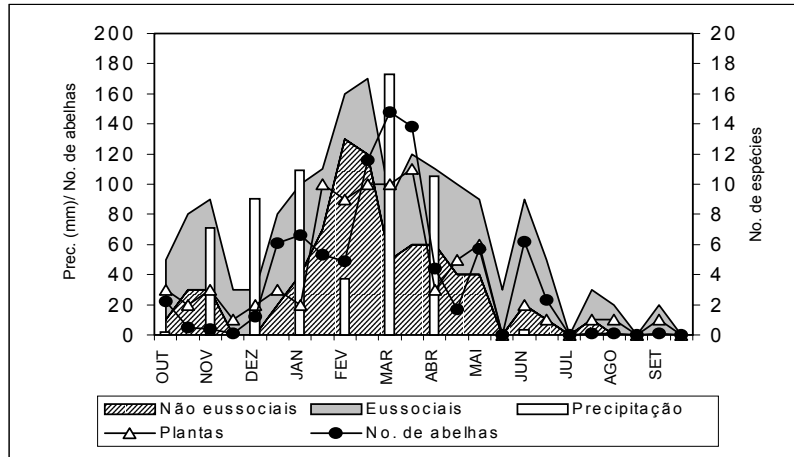


Figura 3. Variação mensal na precipitação, no número de espécies de abelhas eussociais (*Apis* + Meliponini) e não eussociais, no número de plantas visitadas por abelhas e em indivíduos de abelhas coletadas em Casa Nova, BA, entre outubro de 1987 e setembro de 1988 (fonte: Martins 1990, 1994).

Durante o período seco, somente espécies sociais com colônias perenes e alguns grupos de abelhas solitárias de maior porte mantêm atividade de forrageio. Em Casa Nova (BA), Martins (1994) coletou de julho a outubro de 1988 (após o primeiro mês de seca), apenas doze espécies de abelhas, sendo sete Meliponini, três espécies de *Centris*, mais *Apis mellifera* e *Xylocopa frontalis*; e em São João do Cariri (PB), Aguiar coletou, de setembro a dezembro de 1993, apenas duas espécies de Meliponini, *Trigona spinipes* e *Frieseomelitta doederleini* Friese (Aguiar & Martins 1997).

O período de maior abundância de indivíduos e riqueza de espécies nesses levantamentos ocorreu cerca de dois meses após o início das chuvas. Assim, de janeiro a abril, em Casa Nova, foram coletadas, 36 espécies (86% do total de espécies coletadas durante

um ano); e em São João do Cariri, de março a junho foram coletadas 41 espécies (91% do total de espécies coletadas durante um ano). Se considerarmos somente as espécies solitárias, essas porcentagens do total de espécies devem ser ainda mais elevadas.

Conforme observado por Martins (1994), o período de maior abundância e diversidade de abelhas não coincide exatamente com o período de chuvas. O mesmo deve ocorrer em relação ao período de maior oferta de recursos florais, porque após as primeiras chuvas ocorre uma fase de desenvolvimento vegetativo da plantas, para somente depois haver a produção de flores. De modo semelhante, por um tempo após o final da estação chuvosa, ainda há oferta significativa de recursos florais e intensa atividade das abelhas.

Como a ausência de precipitações pluviométricas não deve constituir, em si, um fator que limite à atividade externa das abelhas adultas, poderíamos então dizer que, para as abelhas na Caatinga há duas estações, definidas não pela ocorrência de chuvas, mas pela abundância ou escassez na oferta de recursos florais.

Conservação da apifauna da Caatinga

A partir da última década tem ocorrido um amplo debate sobre a importância da conservação das abelhas, ou dos polinizadores em geral, ressaltando-se o seu papel fundamental na polinização das plantas nativas e de culturas agrícolas, e os fatores que colocam em risco a manutenção da diversidade de espécies, entre eles a alteração e fragmentação dos habitats, a competição com espécies introduzidas e o uso de pesticidas (ver Vogel & Westerkamp 1991, Neff & Simpson 1993, O'Toole 1993, Vinson *et al.* 1993, Kearns & Inouye 1997, Allen-Wardell *et al.* 1998, Dias *et al.* 1999, Schlindwein 2000, Cane & Tepedino, 2001 e referências

citadas). Não se pretende aqui fazer uma revisão desses temas, mas, baseando-se em nossa experiência em trabalhos de campo na Caatinga e na síntese apresentada acima, apenas destacar alguns aspectos importantes para uma apreciação do valor da conservação deste ecossistema, em particular de sua fauna de abelhas, para a definição de estratégias sobre como fazer e das lacunas do conhecimento, importantes para a tomada de decisões.

Dois dos indicadores mais usados para avaliar a importância de áreas para a conservação são o número de espécies presentes (biodiversidade) e o número de espécies endêmicas (World Conservation Monitoring Centre 1992). Na Caatinga, a diversidade de abelhas é relativamente baixa, entretanto há uma fauna própria de abelhas, bem como de plantas e de outros invertebrados, formada por várias espécies endêmicas, o que ressalta o valor de sua preservação.

Os dados apresentados também demonstram que a apifauna da Caatinga é o resultado de uma história complexa, formada por elementos de diferentes “origens”. O conhecimento dessa história só é possível através do estudo detalhado da distribuição geográfica das espécies e das outras que constituem o grupo ao qual pertencem, acompanhado de uma análise das relações filogenéticas entre elas. Assim, se estendermos a comparação feita por Janzen (1997) entre áreas naturais preservadas e bibliotecas, poderíamos dizer que a extinção do conjunto de espécies que faz parte de um traçado biogeográfico representaria algo semelhante à destruição de um capítulo do único livro que trata da história biogeográfica da região, ou seja, a perda, para sempre, da possibilidade de conhecê-la.

Conforme comentado anteriormente, as áreas de enclaves e de transição com outros ecossistemas, não estão sendo consideradas na presente discussão. Mas, é preciso ressaltar que

essas áreas apresentam um elevado valor intrínseco para a preservação. Os enclaves (incluindo as dunas do São Francisco e áreas de cerrado e de mata úmida que ocorrem no interior da região das Caatingas) têm um inegável valor histórico, por usualmente serem relictos de épocas passadas, em que a distribuição dos ambientes era diferente da atual (ver Bigarella *et al.* 1975, Andrade-Lima 1982) e por possibilitarem o estudo dos processos de especiação em populações isoladas (Vanzolini 1974, Rodrigues 1996). As comunidades de áreas de transição, conforme ressaltado por Ab'Sáber (1971), usualmente apresentam características distintas daquelas dos ecossistemas contíguos e permitem o estudo do fenômeno do contato entre distintas biotas (Vanzolini 1976, Laroca *et al.* 1988).

Considerando apenas a área core da Caatinga, não há, atualmente, informações suficientes para o reconhecimento de duas ou mais áreas de endemismo. Várias espécies são conhecidas apenas da localidade onde foi coletado o exemplar usado na sua descrição, e esse fato, em vez de refletir uma pequena área de distribuição, pode simplesmente ser o resultado do reduzido número de áreas amostradas. Dentre as espécies mais coletadas, algumas apresentam, aparentemente, uma distribuição limitada a setores da região. Podemos citar, como exemplos, *Ceblurgus longipalpis* e *Melipona subnitida*, uma abelha social sem ferrão, conhecida popularmente como jandaíra. *C. longipalpis* foi coletada somente em localidades com altitude acima dos 450 m e não foi coletada nas áreas da Depressão Sertaneja, que apresenta altitudes menores que 300m (Aguiar & Martins 1994, Zanella 2000a). E a jandaíra somente é registrada para áreas ao norte do rio São Francisco, principalmente no Rio Grande do Norte e Ceará (cf. Faria & Lamartine 1964, Gonçalves 1973, Carvalho 1999, Zanella 2000a e referências citadas).

A confirmação da ocorrência de espécies com distribuição restrita em determinados setores da área core da Caatinga é evidentemente uma informação importante para o planejamento da criação de áreas de preservação.

Também deve existir uma diferença na composição da apifauna de áreas com diferentes fisionomias de caatinga. Para facilitar a discussão podemos nos restringir a uma comparação entre áreas de caatinga arbórea e de caatinga arbustiva, seja original ou resultado da ação do homem por meio de desmatamento de áreas com florestas. Não existem ainda dados suficientes para permitir uma apreciação segura das diferenças entre as comunidades de abelhas das áreas com essas fisionomias, mas os resultados obtidos nos levantamentos realizados em Casa Nova, Bahia (Martins 1994), em São João do Cariri, Paraíba (Aguiar & Martins 1997) e em Serra Negra do Norte (Zanella 2000a), especialmente em termos da riqueza de espécies de abelhas sem ferrão (Meliponini), sugerem essa interpretação.

Foram coletadas em Casa Nova, em uma área de caatinga arbórea aberta, dez espécies desse grupo, sendo duas do gênero *Melipona*. Em uma área de caatinga arbustiva na região mais árida do Brasil, em São João do Cariri, foram coletadas quatro espécies: *Frieseomelitta doederleini*, *Partamona* sp., *Trigonisca pediculana* Fabricius e *Trigona spinipes*. Em Serra Negra do Norte, na Estação Ecológica do Seridó, foi coletada apenas uma espécie, *F. doederleini* [citada como *F. aff. flavicornis* (Fabricius)]. A área amostrada é de caatinga aberta com alguns elementos arbóreos de grande porte, principalmente angicos [*Anadenanthera collubrina* (Vell.) Brenan, Mimosaceae] de cerca de 6 a 8 m, mas segundo moradores antigos, havia anteriormente uma vegetação florestal mais densa. Essa informação é coerente com o relato de uma maior riqueza de espécies de Meliponini na região [Faria & Lamartine

(1964) mencionam onze espécies para os municípios da região do Seridó do Rio Grande do Norte, com pelo menos duas melíponas], mesmo que algumas possam ter distribuição restrita às serras ou às encostas e ao planalto da Borborema. Desse modo, a quase ausência de abelhas sem ferrão na Estação Ecológica do Seridó deve ser resultado da ação humana, envolvendo o desmatamento e a conseqüente ausência de locais para nidificação e de fontes de alimento, entre outros fatores.

A possível existência de uma fauna restrita a áreas de caatinga arbórea, associado ao atual quadro de devastação dessa vegetação, faz-nos indicar a necessidade urgente de se mapear e preservar os fragmentos remanescentes desse tipo de vegetação. Para uma análise detalhada da devastação da Caatinga ao longo do processo de colonização, ver Coimbra-Filho & Câmara (1996). Esses autores defendem a hipótese de que grande parte da região foi originalmente ocupada por caatingas arbóreas fechadas e que o quadro atual de predominância de áreas de vegetação arbustiva ou arbórea aberta é o resultado da intervenção humana. Andrade-Lima (1981), de modo semelhante, admite que a ação humana na modificação da paisagem da Caatinga foi intensa, entretanto, afirma que não é possível hoje estimar com segurança a distribuição pretérita das caatingas arbóreas.

Cabe aqui ressaltar, que há uma diferente percepção da devastação em áreas da Caatinga em relação a regiões de floresta tropical úmida, como as florestas Amazônica e Atlântica. Enquanto que, em áreas de floresta tropical úmida, há um forte contraste entre os remanescentes florestais e as áreas desmatadas ou em estágio inicial de regeneração (ver Brown & Albrecht 2001), na Caatinga, devido à existência de várias fisionomias vegetacionais, incluindo formações arbóreas fechadas, arbóreas abertas, arbustivo-arbóreas e arbustivas, e também devido ao longo tempo de

interferência humana, é usualmente difícil deduzir o tipo de cobertura vegetal que originalmente ocupava as áreas e perceber o impacto que a ação do homem teve na paisagem.

Outro aspecto importante para a conservação das abelhas nativas diz respeito às interações competitivas com a abelha africanizada, espécie exótica amplamente distribuída e geralmente muito abundante na Caatinga. Há uma compreensão generalizada de que a abelha africanizada tem somente um papel benéfico para a natureza, por contribuir na polinização das plantas nativas, e que a prática da apicultura não apresenta impactos ambientais (ver exemplo em Alcoforado 1997). Entretanto, essa concepção vem sendo questionada (ver Westerkamp 1991, Paton 1993, Zanella 1999b, Westerkamp & Gottsberger 2000) e estudos experimentais têm demonstrado que a *Apis mellifera* desloca as abelhas nativas das fontes de alimento (Ginsberg 1983, Roubik et al. 1986) e que também podem ter um efeito negativo sobre a polinização de determinadas espécies de plantas (Gross & MacKay 1998). Apesar desses resultados indicarem um certo impacto sobre as abelhas e a flora nativa, não é possível avaliar com segurança quais foram as conseqüências, a médio ou longo prazo e em uma escala regional ou continental, da introdução da *Apis mellifera* na América do Sul. Isso se deve à quase ausência de estudos de comunidades de abelhas antes da sua introdução, e também, porque os seus possíveis efeitos (redução na abundância e extinção de espécies nativas) são os mesmos esperados para outros fatores, como a destruição e fragmentação das florestas nativas.

Os dados de estudos realizados no Brasil indicam que a *Apis mellifera* é usualmente a espécie mais abundante nas comunidades e a que visita o maior número das espécies de plantas com flores disponíveis. Com exceção do levantamento realizado em São João do Cariri, as áreas de Caatinga apresentam em geral uma maior

abundância relativa dessa espécie do que as áreas de outros ambientes, como o Cerrado, a Floresta Atlântica e os Campos do sul do Brasil (Tabela 3). Assim, se houver um efeito negativo sobre as espécies nativas, é razoável supor que ele deve ter sido, ou está sendo, mais intenso na Caatinga.

Na Caatinga, apenas em São João do Cariri e em Cabaceiras (PB) a abundância registrada de *Apis mellifera* foi menor (Tabela 3). Como essa região situa-se na área mais seca da Caatinga, e conseqüentemente do Brasil, essa baixa abundância pode indicar uma limitação à presença da espécie nessas condições ecológicas de maior aridez.

Em textos sobre a conservação de abelhas no Brasil, enfocando as abelhas sociais (Meliponini), é colocado como prioridade o incentivo ao estabelecimento de criações “racionais”, onde as colônias são mantidas em colméias e manejadas de forma adequada, permitindo associar a exploração comercial com a manutenção das espécies (cf. Campos 1994, Kerr 1999a, b). Ao nosso ver, a criação de espécies nativas pode ser um componente de um plano de manejo visando à conservação de determinadas espécies, mas realizada isoladamente e sem critérios, não é necessariamente um elemento positivo para a conservação das abelhas nativas.

Um plano de manejo teria que incluir, obrigatoriamente, um diagnóstico da condição da espécie, considerando entre outros aspectos: a distribuição original da espécie, o mapeamento das populações remanescentes, os fatores que trazem risco à sua conservação e a necessidade de se estimular a criação em colméias.

O estabelecimento de criações pode ser especialmente útil próximo a áreas de fragmentos de florestas, onde as populações remanescentes devem ser muito pequenas (visando reduzir os

Tabela 3. Riqueza de espécies de abelhas (R), abundância total (AT) e de *Apis* (AA), abundância relativa de *Apis* (AR - %), posição de *Apis* no ranking das mais abundantes (PA), número de espécies de plantas visitadas por todas as espécies de abelhas (NV) e somente por *Apis* (NA) e sua porcentagem em relação ao total (VR), em levantamentos realizados em várias regiões do Brasil.

Local	Vegetação/Ambiente	R	AT	AA	AR	PA	NV	NA	VR	Referência
Serra Negra do Norte (RN)	Caatinga arbórea aberta secundária	47	614	298	49	1	27	17	63	Zanella dados originais
Serra Negra do Norte (RN)	Caatinga arbórea aberta secundária e vegetação próxima a um açude	83	2475	1350	55	1	70	44	63	Zanella dados originais
Cabaceiras (PB)	Caatinga arbórea-arbustiva em lajedo com poças de água	66	2227	101	4,5	7	50	14	28	Martins dados originais
São João do Cariri (PB)	Caatinga arbustiva aberta	45	950	84	9	5	51	10	20	Aguiar & Martins 1997
Casa Nova (BA)	Caatinga arbórea aberta	42	1249	486	39	1	39	24	74	Martins 1990, 1994
Castro Alves (BA)	Caatinga, próximo ao limite leste	80	3416	1374	40	1	89	48	54	Carvalho 1999
Cabedelo (PB)	Restinga	36	1505	546	36	1	29	17	59	Silva & Martins 1999
Ibiraba (BA)	Dunas interiores	31	931	325	35	1	?	?	?	Viana 1999a
Salvador (BA)	Dunas	49	3983	607	15	3	?	?	?	Viana 1999b
Chapadinha (MA)	Cerrado	41	1444	75	5	6	40	9	23	Rêgo 1998

Local	Vegetação/Ambiente	R	AT	AA	AR	PA	NV	NA	VR	Referência
Lençóis (BA)	Cerrado com elementos de campos rupestres	14 7	1761	218	12	3	81	33	41	Martins 1990, 1994
Uberlândia (MG)	Cerrado	12 8	1226	105	17	3	72	17	24	Carvalho & Bego 1996
Cajuru (SP)	Cerrado	19 2	4086	656	16	2	184	47	33	Pedro & Camargo 1991
Boracéia (SP)	Floresta Atlântica de altitude	25 9	8101	1341	17	1	?	?	?	Wilms 1995
S. Francisco de Paula (RS)*	Floresta com Araucárias	48	735	547	74	1	?	?	?	Wilms <i>et al.</i> 1998

* Nesse levantamento somente foi coletado na copa de árvores. Nos outros levantamentos foram coletadas apenas até uma altura de 3,5 m.

efeitos negativos da baixa diversidade genética) e também para reduzir a pressão sobre as populações nativas, causada pelos meleiros (pessoas que retiram o mel das colônias na natureza e usualmente causam a sua “morte”) e por pessoas que coletam as colônias para vendê-las. Mas, é preciso ressaltar que a melhor forma de conservar as espécies é em áreas de preservação (cuja criação e manutenção deve constituir a prioridade da política conservacionista), onde se preserva, na medida do possível, o conjunto das espécies de uma região e é possível estudar as relações ecológicas entre elas.

Por fim, gostaríamos de ressaltar um aspecto importante, às vezes esquecido, no planejamento para preservar a biodiversidade de uma região ou país: a necessidade de considerar não somente as espécies que já são conhecidas e estudadas, mas também as que ainda não foram descritas. Certamente há várias espécies de abelhas na Caatinga, e de outros animais e plantas, que ainda não foram descritas. Nesse sentido, o estudo dos padrões biogeográficos das espécies pode servir de orientação para definir prioridades em termos de áreas para preservação.

Agradecimentos

A presente contribuição inclui partes previamente não publicadas da Tese de Doutorado do primeiro autor, na Pós-Graduação em Entomologia da Universidade de São Paulo, campus de Ribeirão Preto. Assim, faz-se necessário um agradecimento ao Prof. Dr. João Maria Franco de Camargo, pela orientação e apoio. Somos gratos também aos Drs. Maria Cristina Gaglianone, Márcio Oliveira (Universidade Federal do Acre), Christian Westerkamp (Universidade Federal de Uberlândia) e John Christopher Brown (University of Kansas), pelas críticas e sugestões no manuscrito final.

Referências bibliográficas

- AB'SÁBER, A. N. 1971. Contribuição à geomorfologia da área dos cerrados. Pp 99-103 in: Ferri, M. G. (ed.) *Simpósio sobre o Cerrado*. Editora Edgard Blücher LTDA / EDUSP, São Paulo.
- AB'SÁBER, A. N. 1974. O domínio morfoclimático semi-árido das caatingas brasileiras. *Geomorfologia* 43:1-26.
- AB'SÁBER, A. N. 1977a. Os domínios morfoclimáticos na América do Sul. Primeira aproximação. *Geomorfologia* 52:1-2.
- AB'SÁBER, A. N. 1977b. Espaços ocupados pela expansão dos climas secos na América do Sul, por ocasião dos períodos glaciais quaternários. *Paleoclimas* 3: 1-19.
- AB'SÁBER, A. N. 1990. Paleoclimas quaternários e pré-história da América Tropical. II. *Revista Brasileira de Biologia* 50: 821-31.
- AGUIAR, C. M. L. & C. F. MARTINS. 1994. Fenologia e preferência alimentar de *Cebalargus longipalpis* Urban & Moure 1993 (Hymenoptera, Halictidae, Dufoureae). *Revista Nordestina de Biologia* 9:125-131.
- AGUIAR, C. M. L., C. F. MARTINS & A. C. A. MOURA. 1995. Recursos florais utilizados por abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em área de caatinga (São João do Cariri, Paraíba). *Revista Nordestina de Biologia* 10:101-117.
- AGUIAR, C. M. L. & C. F. MARTINS. 1997. Abundância relativa, diversidade e fenologia de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) na Caatinga (São João do Cariri, Paraíba, Brasil). *Iheringia* 83:151-163.
- ALBUQUERQUE, P. M. C. 1990. *Revisão do gênero Trigonisca Moure, 1950 (Meliponini, Apidae, Hymenoptera)*. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.
- ALCOFORADO Fº, F. G. 1997. A importância da apicultura na preservação das plantas da Caatinga. *Mensagem Doce* 44: 11.

- ALMEIDA, M. C. & S. LAROCA. 1988. *Trigona spinipes* (Apidae, Meliponinae) Taxonomia, Bionomia e Relações Tróficas em Áreas Restritas. *Acta Biológica Paranaense* 17: 67-108.
- ALLEN-WARDELL, G., P. BERNHARDT, R. BITNER, A. BURQUEZ, S. BUCHMANN, J. CANE, P. A. COX, V. DALTON, P. FEISINGER, M. INGRAM, D. INOUE, C. E. JONES, K. KENNEDY, P. KEVAN, H. KOPOWITZ, R. MEDELLIN, S. MEDELLIN-MORALES, G. P. NABHAN, B. PAVLIK, V. TEPEDINO, P. TORCHIO & S. WALKER. 1998. The potential consequences of pollinator declines on the conservation of biodiversity and stability of food crop yields. *Conservation Biology* 12: 8-17.
- AMORIM, D. S. & M. R. S. PIRES, 1996. Neotropical biogeography and a method for maximum biodiversity estimation. Pp. 183-219. in: C. E. M. Bicudo & N. A. Menezes (eds.) *Biodiversity in Brazil, a first approach*. CNPq, São Paulo.
- ANDRADE-LIMA, D. 1981. The caatingas dominium. *Revista Brasileira de Botânica* 4: 149-153.
- ANDRADE-LIMA, D. 1982. Present day forest refuges in northeastern Brazil. Pp. 245-251 in: G. T. Prance (ed.) *Biological Diversification in the Tropics*. Columbia University Press, New York.
- ATLAS CLIMATOLÓGICO DA PARAÍBA. 1987. *Atlas Climatológico da Paraíba*. M. A. Varejão Silva (coord.), 2ª. ed. Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande.
- AYALA, R. B. 1988. Abejas silvestres (Hymenoptera: Apoidea) de Chamela, Jalisco, México. *Folia Entomológica Mexicana* 73: 395-493.
- BIGARELLA, J. J.; D. ANDRADE-LIMA & P. J. RIEHS. 1975. Considerações a respeito das mudanças paleoambientais na distribuição de algumas espécies vegetais e animais no Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 47: 411-465.
- BROOKS, R. & C. D. MICHENER. 1999. The *Chilicola megalostigma* species group and notes on two lost types of *Chilicola* (Hymenoptera: Colletidae, Xeromelissinae). *Journal of Hymenoptera Research* 8: 132-138.

- BROWN, J. C. & C. ALBRECHT. 2001. The effect of tropical deforestation on stingless bees of the genus *Melipona* (Insecta: Hymenoptera: Apidae: Meliponini) in central Rondonia, Brazil. *Journal of Biogeography* 28: 623-634.
- CAMARGO, J. M. F. 1994. Biogeografia de Meliponini (hymenoptera, Apidae, Apinae): a fauna amazônica. Pp 46-59 in: Anais I do Encontro sobre Abelhas, Ribeirão Preto, Brasil.
- CAMARGO, J. M. F. 1996. Meliponini neotropicais (Apinae, Apidae, Hymenoptera): biogeografia histórica. Pp. 107-121 in: Anais do II Encontro sobre Abelhas, Ribeirão Preto, Brasil.
- CAMARGO, J. M. F. & J. S. MOURE. 1989. Duas espécies novas de *Lestrimelitta* Friese (Meliponini, Apidae, Hymenoptera) da região amazônica. *Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi* 5: 185-212.
- CAMARGO, J. M. F. & J. S. MOURE. 1994. Meliponinae neotropicais: Os gêneros *Paratrigona* Schwarz, 1938 e *Aparatrigona* Moure, 1951. *Arquivos de Zoologia, Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo* 32: 33-109.
- CAMARGO, J. M. F. & J. S. MOURE. 1996. Meliponini neotropicais: Os gêneros *Geotrigona* Moure, 1943 (Apinae, Apidae, Hymenoptera), com especial referência à filogenia e biogeografia. *Arquivos de Zoologia, Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo* 33: 95-161.
- CAMARGO, J. M. F. & S. R. M. PEDRO. 2002. Mutualistic association between a tiny Amazonian stingless bee and a wax-producing scale insect. *Biotropica* 34: 446-451.
- CAMARGO, J. M. F. & D. W. ROUBIK. 1991. Systematics and bionomics of the apoid obligate necrophages. The *Trigona hypogea* group. *Biological Journal of the Linnean Society* 44:13-39.
- CAMPOS, L. A. O. 1994. Meliponicultura. Pp 33-36 in: Anais do X Congresso Brasileiro de Apicultura, Goiás, Brasil.
- CANE, J. H. & V. J. TEPEDINO. 2001. Causes and extent of declines among native North American invertebrate pollinators: detection, evidence, and

- consequences. *Conservation Ecology* 5 (1): 1. [on line] URL: <http://www.consecol.org/vol5/iss1/art1>
- CARVALHO, A. M. C. & L. R. BEGO. 1996. Studies on apoidea fauna of cerrado vegetation at the Panga Ecological Reserva, Uberlândia, MG, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia* 40: 147-156.
- CARVALHO, C. A. L. 1999. *Diversidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) e plantas visitadas no município de Castro Alves-BA*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- COIMBRA-FILHO, A. F. & I. G. CÂMARA. 1996. *Os limites originais do Bioma Mata Atlântica na Região Nordeste do Brasil*. Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza, Rio de Janeiro.
- CROIZAT, L., G. NELSON & D. E. ROSEN. 1974. Centers of origin and related concepts. *Systematic Zoology* 23: 265-287.
- CURE, J. R., M. THIENGO, F. A. SILVEIRA & L. B. ROCHA. 1992. Levantamento da fauna de abelhas silvestres na “Zona da Mata” de Minas Gerais. III. Mata secundária na região de Viçosa (Hymenoptera, Apoidea). *Revista brasileira de Zoologia* 9: 223-239.
- DIAS, B. S. F., A. RAW & V. L. I. FONSECA. 1999. *The São Paulo Declaration on Pollinators. Report on the Recommendations of the Workshop on the Conservation and Sustainable Use of Pollinators in Agriculture with Emphasis on Bees*. Ministério do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis, Brasília.
- DODSON, C. H. 1975. Coevolution of orchids and bees. Pp 91-99 in: L. E. Gilbert & P. H. Raven (eds.) *Coevolution of Animals and Plants*. University of Texas Press, Austin.
- DUCKE, A. 1901. Beobachtungen über blütenbesuch, erscheinungszeit etc. der bei Pará vorkommenden biennen. *Zeitschrift für Systematische Hymenopterologie und Dipterologie* 1: 1-8, 49-67.

- DUCKE, A. 1902. Beobachtungen über blütenbesuch, erscheinungszeit etc. der bei Pará vorkommenden biennen. II. *Allgemeine Zeitschrift für Entomologie* 17: 321-326; 360-368, 400-405, 417-422.
- DUCKE, A. 1907. Contribution à la connaissance de la faune hyménoptérologique du Nord-Est du Brésil. *Revue d'Entomologie* 26: 73-96.
- DUCKE, A. 1908. Contribution à la connaissance de la faune hyménoptérologique du Nord-Est du Brésil-II. Hyménoptères récoltés dans l'État de Ceará en 1908. *Revue d'Entomologie* 27: 57-87.
- DUCKE, A. 1910. Explorações botânicas e entomológicas do Estado do Ceará. *Revista Trimensal do Instituto do Ceará* 24: 3-61.
- DUCKE, A. 1911 [1910]. Contribution a la connaissance de la Faune Hyménoptérologique du Nord-Est du Brésil - II. Hyménoptères Récoltés dans l'Etat de Ceara en 1909 et suppléments aux deux listes antérieures. *Revue d'Entomologie* 28: 78-122.
- DUCKE, A. 1912. Die natürlichenbienengenera südamerikas. *Zoologische Jahrbücher, Abteilung für Systematik, Geographie und Biologie der Tierre* 34: 51-116.
- FARIA, G. M. & J. M. F. CAMARGO. 1996. A flora melitófila e a fauna de Apoidea de um ecossistema de campos ruprestes, Serra do Cipó-MG, Brasil. Pp. 217-228 in: Anais do II Encontro sobre Abelhas, Ribeirão Preto, Brasil.
- FARIA, O. L. DE & H. LAMARTINE. 1964. Algumas abelhas dos sertões do Seridó (notas de carregação). *Arquivos do Instituto de Antropologia Câmara Cascudo* 1: 185-198.
- FRANKIE, G.W., W.A. HARBER, P.A. OPLER & K.S. BAWA. 1983. Characteristics and organization of the large bee pollination system in the Costa Rican dry forest. Pp 411-447 in: C. E. Jones & R. J. Little (eds.) *Hand book of experimental pollination biology*. Van Nostrand Reinhold, New York.
- FRIESE, H. 1899. Monographie der bienengattungen *Exomalopsis*, *Ptilothrix*, *Melitoma* und *Tetrapedia*. *Annalen der K. K. Naturhistorische Hofmuseus Wien* 14: 247-304.

- GAGLIANONE, M. C. 2001. *Bionomia de Epicharis, associações com Malpighiaceae e uma análise filogenética e biogeográfica das espécies dos subgêneros Epicharis e Epicharana (Hymenoptera, Apidae, Centridini)*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.
- GARÓFALO, C.A. 2000. Comunidades de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) que utilizam ninhos-armadilhas em fragmentos de matas do Cerrado de São Paulo. Pp. 121-128 in: Anais do IV Encontro sobre Abelhas de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, Brasil.
- GINSBERG, H. S. 1983. Foraging ecology of bees in an old field. *Ecology* 64: 165-175.
- GONÇALVES, J. A. 1973. Ocorrência e abundância de abelhas indígenas no Estado do Ceará (Brasil). *Boletim Cearense de Agronomia* 14: 1-13.
- GRISWOLD, T., F. D. PARKER & P. H. HANSON. 1995. The bees (Apidae). Pp 650-691 in: P. E. Hanson & I. D. Gauld (eds.) *The hymenoptera of Costa Rica*. Oxford University Press, Oxford.
- GROSS, C. L. & D. MACKAY. 1998. Honeybees reduce fitness in the pioneer shrub *Melastoma affine* (Melastomataceae). *Biological Conservation* 86: 169-178.
- HARLEY, R. M. 1988. Evolution and distribution of *Eriope* (Labiatae), and its relativas, in Brazil. Pp 71 – 120 in: P. E. Vanzolini & W. R. Heyer (eds.) *Proceedings of a Workshop on Neotropical Distribution Patterns*. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro.
- HURD, P. D., JR. 1987. *An Annotated catalog of the Carpenter Bees (genus Xylocopa Latreille) of the Western Hemisphere (Hymenoptera: Halictidae)*. Smithsonian Institution Press, Washington.
- JANZEN, D. H. 1997. Florestas Tropicais Secas: o mais ameaçado dos grandes ecossistemas tropicais. Pp 166-176 in: *Biodiversidade*. E. O. Wilson (ed.). Ed. Nova Fronteira, Rio de Janeiro.

2. Abelhas da Caatinga

- KEARNS, C. A. & D. W. INOUE, 1997. Pollinators, flowering plants, and conservation biology. *BioScience* 47: 297-307.
- KERR, W. E. 1999a. As abelhas e a biodiversidade (1). 7 p. [<http://rgm.fmrp.usp.br/beescience>].
- KERR, W. E. 1999b. As abelhas e o meio ambiente (1). 8 p. [<http://rgm.fmrp.usp.br/beescience>].
- KIMSEY, L. S. 1982. Systematics of bees of the genus *Eufriesea* (Hymenoptera, Apidae). *University of California Publication Entomology* 95: 1-125.
- LAROCA, S. & A. M. SAKAKIBARA. 1976. Mutualismo entre *Trigona hyalinata branneri* (Apidae) e *Acanophora flavipes* (Membracidae). *Revista Brasileira de Entomologia* 20: 71-72.
- LAROCA, S., V. BECKER & F. C. V. ZANELLA. 1988. Diversidade, abundância relativa e fenologia em Sphingidae (Lepidoptera) na Serra do Mar (Quatro Barras, PR) Sul do Brasil. *Acta Biológica Paranaense* 18:13-53.
- LOURENÇO, W. 1990. Caractérisation biogéographique de la Caatinga brésilienne. Associations avec le Chaco et d'autres formations végétales ouvertes d'Amérique du Sud. L'exemple des scorpions. *Comptes Rendues de la Société de Biogéographie* 66: 149-169.
- MACHADO, I. C. S. & A. V. F. LOPES. 1994. Síndromes de polinização e sistemas sexuais de espécies de caatinga do nordeste do Brasil. Pp. 307 *in*: Resumos do VI Congresso Latinoamericano de Botânica, Mar Del Plata, Argentina.
- MACHADO, I. C. S. 1995. Polinização a nível de comunidades, com ênfase em caatinga. Pp. 370-371 *in*: Resumos do XLVI Congresso Nacional de Botânica, Ribeirão Preto, Brasil.
- MACHADO, I. C. S. 1996. Biologia floral e fenologia. Pp. 161-171 *in*: E. V. S. Sampaio B., S. J. Mayo, & M. R. V. Barbosa (eds.) *Pesquisa Botânica Nordestina: Progresso e perspectivas*. Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, Recife.

- MACHADO, I. C. S., L. M. BARROS & E. V. S. B. SAMPAIO. 1997. Phenology of caatinga species at Serra Talhada, PE, Northeastern Brazil. *Biotropica* 29: 57-68.
- MARES, M. A., M. R. WILLIG & T. LARCHER. 1985. The Brazilian Caatinga in South American zoogeography: tropical mammals in a dry region. *Journal of Biogeography* 12: 57-69.
- MARTINS, C. F. 1990. *Estrutura da comunidade de abelhas (Hym., Apoidea) na caatinga (Casa Nova, BA) e na Chapada Diamantina (Lençóis, BA)*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- MARTINS, C.F. 1994. Comunidade de abelhas (Hym., Apoidea) da caatinga e do cerrado com elementos de campo rupestre do estado da Bahia, Brasil. *Revista Nordestina de Biologia* 9: 225-257.
- MARTINS, C.F. 1999. Estudos de Diversidade da Fauna de Caatinga: Abelhas. Pp. 146-149 in: Anais do XII Encontro de Zoologia do Nordeste, Feira de Santana, Brasil.
- MARTINS, C.F., M. CORTOPASSI-LAURINO, D. KOEDAM & V.L. IMPERATRIZ-FONSECA. 2001. The use of trees for nesting by stingless bees in a Brazilian Caatinga. CDROM Doc. 342 Pp. 1-7 in: Proc. 37th International Apicultural Congress, APIMONDIA, Durban, South Africa.
- MARTINS, R. P. & D. A. O. ALMEIDA. 1994. Is the bee, *Megachile assumptionis* (Hymenoptera, Megachilidae), a cavity-nesting specialist? *Journal of Insect Behavior* 7: 759-765.
- MARTINS, R. P. & Y. ANTONINI. 1994. The biology of *Diadasina distincta* (Holmberg, 1903). *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 96: 553-560.
- MELO, G. A. R. 1996. Two new Brazilian bees of the genus *Protodiscelis* (Hymenoptera, Colletidae). *Revista Brasileira de Entomologia* 40: 97-100.

2. Abelhas da Caatinga

- MICHELETTE, E. & J. M. F. CAMARGO. 2000. Bee-plant community in a xeric ecosystem in Argentina. *Revista brasileira de Zoologia* 17: 651-665.
- MICHENER, C. D. 1954. Bees of Panamá. *Bulletin of American Museum of Natural History* 104: 1-176.
- MICHENER, C.D. 1974. *The social behavior of bees: a comparative study*. The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge.
- MICHENER, C.D. 1979. Biogeography of the bees. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 66: 277-347.
- MICHENER, C. D. 1985. A fourth species of *Eulonchopria* and a key to the species. *Journal of the Kansas Entomological Society* 58: 236-239.
- MICHENER, C. D. 1989. Classification of the American Colletinae (Hymenoptera: Apoidea). *University of Kansas Science Bulletin* 53: 622-703.
- MICHENER, C.D. 1995. A classification of the bees of the subfamily Xeromelissinae. *Journal of the Kansas Entomological Society* 68: 332-345.
- MICHENER, C.D. 2000. *The Bees of the World*. The Johns Hopkins University Press. Baltimore, Maryland.
- MICHENER, C. D., MCGINLEY, R. J. & DANFORTH, B. N. 1994. *The bee genera of North and Central America (Hymenoptera: Apoidea)*. Smithsonian Institution Press, Washington.
- MORATO, E. F. 1998. Estudos sobre comunidades de abelhas Euglossini. Pp. 135-143 in: Anais do III Encontro sobre Abelhas, Ribeirão Preto, Brasil.
- MORRONE, J. J. & J. V. CRISCI. 1995. Historical biogeography: introduction to methods. *Annual Review of Ecology and Systematic* 26: 373-401.
- MOURE, J. S. 1941. Apoidea neotropica III. *Arquivos do Museu Paranaense* 1: 41-99.

- MOURE, J. S. 1947. Notas sobre algumas abelhas da Provincia de Salta (Hymen. Apoidea). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina* 13: 218-253.
- MOURE, J. S. 1948. . Notas sobre algumas abelhas de Tacanas, Tucuman, Argentina (Hymenopt. Apoidea). *Revista de Entomologia* 19: 313-346.
- MOURE, J. S. 1954. Notas sobre abelhas do antigo gênero *Pasiphae* (Hymenopt. – Apoidea). *Dusenía* 5: 165-190.
- MOURE, J. S. 1960. Os tipos das espécies neotropicais de *Hylaeus* da coleção Vachal no Museu de História Natural de Paris (Hymenoptera, Apoidea). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi* 27: 1-104.
- MOURE, J. S. 1998. *Parapsaenythia inornata* sp. n. do nordeste do Brasil (Hymenoptera, Apoidea, Andrenidae). *Revista brasileira de Zoologia* 15: 789-792.
- MOURE, J. S. & W. E. KERR. 1950. Sugestões para a modificação da sistemática do gênero *Melipona* (Hymen., Apoidea). *Dusenía* 1: 105-129.
- MOURE, J. S. & P. D. HURD JR. 1987. *An Annotated catalog of the Halictid Bees of the Western Hemisphere (Hymenoptera: Halictidae)*. Smithsonian Institution Press, Washington.
- MOURE, J. S., E. L. NEVES & B. F. VIANA. 2001. Uma nova espécie de *Euplusia* da Bahia, Brasil (Hymenoptera, Apoidea, Euglossinae). *Revista brasileira de Zoologia* 18: 841-844.
- MOURE, J. S. & S. F. SAKAGAMI. 1962. As Mamangabas Sociais do Brasil (*Bombus* Latreille) (Hymenoptera, Apoidea). *Studia Entomologica* 5: 65-194.
- MOURE, J. S. & D. URBAN. 1964. Revisão das espécies brasileiras do gênero *Anthidium* Fabricius, 1804. (Hym. - Apoidea). Pp. 93-114 in: Anais do II Congresso Latino-americano de Zoologia, São Paulo, Brasil.
- MOURE, J. S. & D. URBAN. 1992. *Sarocolletes* Michener, stat. n. e espécies novas (Hymenoptera, Apoidea, Colletidae). *Acta Biológica Paranaense* 21: 113-120.

- MOURE, J. S. & D. URBAN. 1993. Duas espécies novas de Anthidiinae do Brasil (Hymenoptera, Megachilidae). *Revista Brasileira de Zoologia* 10: 589-593.
- MOURE, J. S., D. URBAN & V. GRAF. 2000. *Baptonedys*, um novo gênero para *Lonchopria bicellularis* Ducke (Hymenoptera, Colletidae). *Revista Brasileira de Zoologia* 28: 11-17.
- NEFF, J. L. & B. B. SIMPSON. 1993. Bees, pollination systems and plant diversity. Pp. 143-167 in: J. LaSalle & I. D. Gauld (ed.) *Hymenoptera and Biodiversity*. CAB International, Wallingford.
- NEVES, E.L. & B.F. VIANA. 2001. Ocorrência de *Epicharis bicolor* Smith (Hymenoptera: Apidae: Centridini) nas caatingas da margem esquerda do médio Rio São Francisco, Bahia. *Neotropical Entomology* 30:735-736.
- NOGUEIRA-NETO, P. 1972. Notas sobre a história da apicultura brasileira. Pp 17-32 in: J. M. F. Camargo (org.) *Manual de apicultura*. Editora Agronômica Ceres, São Paulo.
- OLIVEIRA, M. L. 1998. Interações entre Euglossini e Orquidaceae: uma mini-revisão sob uma perspectiva cladística e biogeográfica. Pp. 144-150 in: Anais do III Encontro sobre Abelhas, Ribeirão Preto, Brasil.
- OLIVEIRA, M. L. 2000. *O gênero Eulaema Lepeletier, 1841 (Hymenoptera, Apidae, Euglossini): filogenia, biogeografia e relações com as Orchidaceae*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.
- OLIVEIRA, M. L., E. F. MORATO, & M. V. B. GARCIA. 1995. Diversidade de espécies e densidade de ninhos de abelhas sociais sem ferrão (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae) em floresta de terra firme na Amazônia Central. *Revista brasileira de Zoologia* 12: 13-24.
- OLIVEIRA, P. E. A. M. 1998. Abelhas e a polinização de plantas do Cerrado. Pp. 67-74 in: Anais do III Encontro sobre Abelhas, Ribeirão Preto, Brasil.

- O'TOOLE, C. O. 1993. Diversity of native bees and agroecosystems. Pp. 169-198 in: J. LaSalle & I. D. Gauld (ed.) *Hymenoptera and Biodiversity*. CAB International, Wallingford.
- PATON, D. C. 1993. Honeybees in the Australian environment. Does *Apis mellifera* disrupt or benefit the native biota? *BioScience* 43: 95-103.
- PEDRO, S. R. M. 1992. *Sobre as abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em um ecossistema de cerrado (Cajuru, NE do estado de São Paulo): composição, fenologia e visita às flores*. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.
- PEDRO, S. R. M. 1998. *Meliponini neotropicais: o gênero Partamona Schwarz, 1939 (Hymenoptera, Apidae): taxonomia e biogeografia*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.
- PEDRO, S. R. M. & J. M. F. CAMARGO. 1991. Interactions on floral resources between the Africanized honey bee *Apis mellifera* L. and the native bee community (Hymenoptera: Apoidea) in a natural "cerrado" ecosystem in southeast Brazil. *Apidologie* 22: 397-415.
- PEDRO, S. R. M. & J. M. F. CAMARGO. 1999. Apoidea Apiformes. Pp. 195-211. in: C. R. F. Brandão & E. M. Canello (eds.) *Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX. Invertebrados Terrestres, V.5*, FAPESP, São Paulo.
- PRADO, D. E. 1991. *A critical evaluation of the floristic links between Chaco and Caatingas vegetation in South America*. PhD Thesis, University of St. Andrews.
- PRADO, D. E. & P. E. GIBBS. 1993. Patterns of species distributions in the dry seasonal forests of South America. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 80: 902-927.
- REDFORD, K. H. & G. A. B. FONSECA. 1986. The role of gallery forests in the zoogeography of the Cerrado's non-volant mammalian fauna. *Biotropica* 18: 126-135.

- RÊGO, M. M. C. 1998. *Abelhas silvestres (Hym. Apoidea) em um ecossistema de cerrado s. l. (Chapadinha - MA, Brasil): uma abordagem biocenótica*. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.
- ROBERTSON, C. 1925. Heterotropic bees. *Ecology* 6: 412-436.
- RODRIGUES, M. T. 1996. Lizards, snakes, and amphisbaenians from the quaternary sand dunes of the middle rio San Francisco, Bahia, Brazil. *Journal of Herpetology* 30: 513 -523.
- ROIG-ALSINA, A. 1989. The tribe Osirini, its scope, classification, and revisions of the genera *Parepeolus* and *Osirinus*. *University Kansas Science Bulletin* 54: 1-23.
- ROIG-ALSINA, A. 1990. *Coelioxoides* Cresson, a parasitic genus of Tetrapiini. *Journal of the Kansas Entomological Society* 63: 279-287.
- ROIG-ALSINA, A. 1991. Revision of the cleptoparasitic bee tribe Isepeolini (Hymenoptera, Anthophoridae). *University of Kansas Science Bulletin* 54: 257-288.
- ROIG-ALSINA, A. 1996. Las especies del género *Rhogepeolus* Moure (Hymenoptera: Apidae: Epeolini). *Neotropica* 42: 55-59.
- ROIG-ALSINA, A. 1998. Sinopsis genérica de la tribu Emphorini, con la descripción de tres nuevos géneros. *Physis* 56: 17-25.
- ROIG-ALSINA, A. & J. G. ROZEN JR. 1994. Revision of the cleptoparasitic bee tribe Protepeolini, including biologies and immature stages. (Hymenoptera: Apoidea: Apidae). *American Museum Novitates* 3099: 1-27.
- ROUBIK, D.W. 1989. *Ecology and natural history of tropical bees*. Cambridge University Press, Cambridge.
- ROUBIK, D.W., J. E. MORENO, C. VERGARA & D. WITTMANN. 1986. Sporadic food competition with the African honey bee: projected impact on neotropical social bees. *Journal of Tropical Ecology* 2: 97-111.

- ROZEN, J. R., JR. 1997. South american Rophitinae bees (Hymenoptera: Halictidae: Rophitinae). *American Museum Novitates* 3206: 1-27.
- RUZ, L. 1991. Classification and Phylogenetic Relationships of the Panurgine Bees: The Calliopsini and Allies (Hymenoptera: Andrenidae). *University of Kansas Science Bulletin* 54: 209-56.
- SANTOS, I. A. 2000. Notes on the bees of the tribe Emphorini. Pp. 211-216 in: *Anais do IV Encontro sobre Abelhas, Ribeirão Preto, Brasil*.
- SAKAGAMI, S.F. & S. LAROCA. 1971. Observations on the bionomics of some neotropical Xylocopine bees, with comparative and biofaunistic notes. *Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University* 18: 57-127.
- SCHLINDWEIN, C. 1995. *Wildbienen und ihre trachtpflanzen in einer sudbrasilianischen buschlandschaft: Fallstudie Guaritas, bestäubung bei Kakteen und Loasaceen*. Dissertation, Ebehhard-Karls-Universität Tübingen, Stuttgart, Alemanha.
- SCHLINDWEIN, C. 2000. A importância de abelhas especializadas na polinização de plantas nativas e conservação do meio ambiente. Pp. 131-141 in: *Anais do IV Encontro sobre Abelhas, Ribeirão Preto, Brasil*.
- SCHLUTER, R. E. & D. RICKLEFS. 1993. Species Diversity: An introduction to the problem. Pp. 1-10 in: R. E., Ricklefs & D. Schluter (eds.) *Species Diversity in Ecological Communities. Historical and Geographical Perspectives*. The University of Chicago Press, Chicago.
- SCHROTTKY, C. 1913. La distribución geográfica de los himenópteros argentinos. *Annales de la Sociedad Científica Argentina* 75: 115-286.
- SCHROTTKY, C. 1920. Les abeilles du genre "Ancyloscelis". *Revista do Museu Paulista* 12: 151-176.
- SILVA, M. C. M. & C. F. MARTINS. 1999. Flora apícola e relações tróficas de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em uma área de Restinga (Praia de Intermares, Cabedelo -PB, Brasil). *Principia* 7: 40-51.

- SILVEIRA, F. A. 1995. Phylogenetic relationships and classification of Exomalopsini with a new tribe Teratognathini. *University of Kansas Science Bulletin* 55: 425-454.
- SILVEIRA, F. & M. J. O. CAMPOS. 1996. A melissofauna de Corumbataí (SP) e Paraopeba (MG) e uma análise da biogeografia das abelhas do Cerrado (Hymenoptera, Apoidea). *Revista Brasileira de Entomologia* 39: 371-401.
- SILVEIRA, F. A. & J. R. CURE. 1993. High-altitude bee fauna of Southeastern Brazil: implications for biogeographic patterns (Hymenoptera: Apoidea). *Studies on Neotropical Fauna & Environment* 28: 47-55.
- SILVEIRA, F. A., L. B. ROCHA, J. R. CURE, & M. J. F. OLIVEIRA. 1993. Abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) na Zona da Mata de Minas Gerais. II. Diversidade, abundância e fontes de alimento em uma pastagem abandonada em Ponte Nova. *Revista Brasileira de Entomologia* 37: 595-610.
- SIMPSON, B. 1989. Pollination biology and taxonomy of *Dinemandra* and *Dinemagonum* (Malpighiaceae). *Systematic Botany* 14: 408-426.
- SIMPSON, B. & J. L. NEFF. 1985. Plants, their pollinating bees, and the great American interchange. Pp 428-452 in: F. G. Stehli & S. D. Weeb (eds.) *The great american interchange*. Plenum, New York.
- SNELLING, R. R. 1984. Studies on the taxonomy and distribution of american centridine bees (Hymenoptera: Anthophoridae). *Contributions in Science, Los Angeles County Museum of Natural History* 347: 1-69.
- SOLBRIG, O. 1976. The origin and floristic affinities of the south american temperate desert and semi-desert regions. Pp. 7-49 in: D. W. Goodall (ed.) *Evolution of Desert Biota*. University of Texas Press, Austin.
- TORO, H. 1986. Lista preliminar de los apidos chilenos (Hymenoptera: Apoidea). *Acta Entomologica Chilena* 13: 121-132.
- URBAN, D. 1967a. As espécies do gênero *Dasyhalonia* Michener, Laberge & Moure, 1955 (Hymenoptera, Apoidea). *Revista Brasileira de Biologia* 27: 247-66.

F. C. V. Zanella & C. F. Martins

- URBAN, D. 1967b. As espécies do gênero *Thygater* Holmberg, 1884 (Hymenoptera, Apoidea). *Bol Boletim da Universidade Federal do Paraná, Zoologia* 2: 177-309.
- URBAN, D. 1968a. As espécies do gênero *Gaesischia* Michener, Laberge & Moure, 1955 (Hymenoptera, Apoidea). *Boletim da Universidade Federal do Paraná, Zoologia* 3: 79-129.
- URBAN, D. 1968b. As espécies do gênero *Melissoptila* Holmberg, 1884 (Hymenoptera - Apoidea). *Revista Brasileira de Entomologia* 13: 1-94.
- URBAN, D. 1970. As espécies do gênero *Florilegus* Robertson, 1900 (Hymenoptera, Apoidea). *Boletim da Universidade Federal do Paraná, Zoologia* 3: 245-80.
- URBAN, D. 1971. As espécies de *Alloscirtetica* Holmberg, 1909 (Hymenoptera, Apoidea). *Boletim da Universidade Federal do Paraná, Zoologia* 3: 307-70.
- URBAN, D. 1973. As espécies sulamericanas do gênero *Melissodes* (Latreille, 1829) (Hymenoptera, Apoidea). *Revista Brasileira de Biologia* 33: 201-220.
- URBAN, D. 1982. Sobre o gênero *Alloscirtetica* Holmberg, 1909 (Hymenoptera, Apoidea). *Dusenya* 13: 65 - 80.
- URBAN, D. 1989a. Espécies novas e notas sobre o gênero *Gaesischia* Michener, Laberge & Moure, 1955 (Hymenoptera, Apoidea). *Revista Brasileira de Entomologia* 33: 75-102.
- URBAN, D. 1989b. Duas espécies novas do gênero *Trichocerapis* Cockerell, 1904 (Hymenoptera, Apoidea). *Revista brasileira de Zoologia* 6: 457-462.
- URBAN, D. 1992a. Considerações sobre *Anthidulum* Michener, stat. n. e *Dicranthidium* Moure & Urban, stat. n. e descrições de espécies novas (Hymenoptera, Megachilidae). *Revista brasileira de Zoologia* 9: 11-28.

2. Abelhas da Caatinga

- URBAN, D. 1992b. Espécies novas de *Epanthidium* Moure (Hymenoptera, Megachilidae, Anthidiinae). *Acta Biologica Paranaense* 21: 1-21.
- URBAN, D. 1995. Espécies novas de Paracolletini e Panurgini do Sul do Brasil e Argentina (Hymenoptera, Apoidea). *Revista brasileira de Zoologia* 12: 397-405.
- URBAN, D. 1997. *Larocanthidium* gen. n. de Anthidiinae do Brasil (Hymenoptera, Megachilidae). *Revista brasileira de Zoologia* 14: 299-317.
- URBAN, D. 1998. Espécies novas de *Melissoptila* Holmberg da América do Sul e notas taxonômicas (Hymenoptera, Anthophoridae). *Revista brasileira de Zoologia* 15: 1-46.
- URBAN, D. 1999. Espécies novas de *Thygater* Holmberg (Hymenoptera, Apoidea, Anthophoridae). *Revista brasileira de Zoologia* 16: 213-220.
- URBAN, D. 2001. Espécies novas de *Anthidium* Fabricius do Chile, Argentina e Peru (Megachilidae, Hymenoptera). *Revista brasileira de Zoologia* 18: 539-550.
- URBAN, D. & J. S. MOURE. 1993. *Ceblurgus longipalpis* gen. e sp. n. Primeiro representante de Dufoureae do Brasil (Hymenoptera, Halictidae). *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 65:101-106.
- URBAN, D. & J. S. MOURE. 2001. Catálogo de Apoidea da Região Neotropical (Hymenoptera, Colletidae). *Revista brasileira de Zoologia* 18: 1-34.
- VANZOLINI, P. E. 1974. Ecological and geographical distribution of lizards in Pernambuco, northeastern Brazil (Sauria). *Papéis Avulsos de Zoologia* 28: 61-90.
- VANZOLINI, P. E. 1976. On the lizards of a Cerrado-Caatinga contact: evolutionary and zoogeographical implications (Sauria). *Papéis Avulsos de Zoologia* 29: 111-119.

- VERGARA-B., C. & PINTO-M., O. 1981. Primer registro para Colombia de abejas sin aguijón encontradas a más de dos mil metros de altura (Hymenoptera, Apidae). *Lozania, Acta Zoologica Colombiana* 35: 1-3.
- VIANA, B. F. 1999a. A comunidade de abelhas (Hymenoptera:Apoidea) das Dunas Interiores do Rio São Francisco, Bahia, Brasil. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 28: 635-645.
- VIANA, B. F. 1999b. *Biodiversidade da apifauna e flora apícola das dunas litorâneas da APA das Lagoas e Dunas de Abaeté, Salvador, Bahia – Composição, fenologia e suas interações*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- VIEIRA, M. F. & N. A. S. LIMA, 1997. Pollination of *Echinodorus grandiflorus* (Alismataceae). *Aquatic botany* 58: 89-98.
- VINSON, S. B., G. W. FRANKIE & J. BARTHELL. 1983. Threats to the diversity of solitary bees in a neotropical dry forest in Central America. Pp. 53-81 in: J. LaSalle & I. D. Gauld (ed.) *Hymenoptera and Biodiversity*. CAB International, Wallingford.
- VOGEL, S. & I. C. MACHADO. 1991. Pollination of four sympatric species of *Angelonia* (Scrophulariaceae) by oil-collecting bees in NE Brazil. *Plant Systematics and Evolution* 178: 153-78.
- VOGEL, S. & C. WESTERKAMP, 1991. Pollination: an integrating factor of biocenoses. Pp 159-170 in: A. Seitz & V. Loeschcke (eds.) *Species conservation: a population-biological approach*. Birkhauser Verlag, Basel.
- WESTERKAMP, C. 1998. Bee flowers with adaptations against bees: the keel blossoms. Pp. 92-100 in: Anais do III Encontro sobre Abelhas, Ribeirão Preto, Brasil.
- WESTERKAMP, C. 1991. Honeybees are poor pollinators - why? *Plant Systematics and Evolution* 177: 71-75.

- WESTERKAMP, C. & G. GOTTSBERGER. 2000. Diversity pays in crop pollination. *Crop Science* 40: 1209-1222.
- WILLIAMS, P. H. 1985. A preliminary cladistic investigation of relationships among the bumble bees (Hymenoptera, Apidae). *Systematic Entomology* 10: 239-255.
- WILLIG, M. R. & M. A. MARES. 1989. Mammals from the Caatinga: an updated list and a summary of recent research. *Revista Brasileira de Biologia* 49: 361-367.
- WILMS, W. 1995. *Die Bienenfauna im Küstenregenwald Brasiliens und ihre Beziehungen zu Blütenpflanzen. Fallstudie Boracéia, São Paulo*. Tese de Doutorado, Tübingen Universität, Germany.
- WILMS, W., L. WENDEL, A. ZILLIKENS, B. BLOCHTEIN & W. ENGELS. 1998. Bees and other insects recorded on flowering trees in a subtropical *Araucaria* forest on southern Brazil. *Studies on Neotropical Fauna & Environment* 32: 220-226.
- WITTMANN, D. & HOFFMANN, M. 1990. Bees of Rio Grande do sul, southern Brazil (Insecta, Hymenoptera, Apoidea). *Iheringia* 70: 17 -43.
- WORLD CONSERVATION MONITORING CENTRE. 1992. Global Biodiversity: Status of the Earth's living resources. Chapman & Hall, London.
- ZANELLA, F.C.V. 1999a. *Apifauna da Caatinga (NE do Brasil): biogeografia histórica, com contribuições à sistemática, filogenia e distribuição das espécies de Caenonomada Ashmead, 1899 e Centris (Paracentris) Cameron, 1903 (Hymenoptera, Apoidea, Apidae)*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.
- ZANELLA, F.C.V. 1999b. Sobre a meliponicultura, a apicultura e a preservação de nossas abelhas nativas. 3p. [<http://rgm.fmrp.usp.br/beescience>].
- ZANELLA, F.C.V. 2000a. The bees of the Caatinga (Hymenoptera, Apoidea, Apiformes): a species list and comparative notes regarding their distribution. *Apidologie* 31: 579-592.

F. C. V. Zanella & C. F. Martins

- ZANELLA, F.C.V. 2000b. Padrões de distribuição geográfica das espécies de abelhas que ocorrem na Caatinga (NE do Brasil). Pp. 197-203 in: Anais do IV Encontro sobre Abelhas de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, Brasil.
- ZANELLA, F. C. V. 2000c. Taxonomic notes on *Microthurga* (Hymenoptera; Apoidea; Megachilidae). *Jahrbuch Naturhistorisch Museum Bern* 13: 57-60.
- ZANELLA, F.C.V. 2002a. Systematics and biogeography of the bee genus *Caenonomada* Ashmead, 1899 (Hymenoptera; Apidae; Tapinotaspidini). *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 37: 249-261.
- ZANELLA, F.C.V. 2002b. Sistemática, filogenia e distribuição geográfica das espécies sul-americanas de *Centris* (*Paracentris*) Cameron, 1903 e de *Centris* (*Penthemisia*) Moure, 1950, incluindo uma análise filogenética do 'grupo *Centris*' sensu Ayala, 1998 (Hymenoptera, Apoidea, Centridini). *Revista Brasileira de Entomologia* 46: 435-488.
- ZANELLA, F. C. V., SCHWARZ, D. L., F^o & LAROCA, S. 1998. Tropical bee island biogeography: diversity and abundance patterns. *Biogeographica*, 74: 103-115.

DIVERSIDADE, PADRÕES DE DISTRIBUIÇÃO E CONSERVAÇÃO DOS PEIXES DA CAATINGA

*Ricardo S. Rosa, Naércio A. Menezes, Heraldo A. Britski,
Wilson J. E. M. Costa & Fernando Groth*

Introdução

O conjunto de espécies de peixes de água doce que ocorre na Caatinga representa o resultado de processos históricos de especiação vicariante, possivelmente determinados por transgressões marinhas (Lundberg *et al.* 1998), expansões do clima semi-árido (Ab'Sáber 1977) e reordenações nas redes de drenagens (Ab'Sáber 1957), de processos ecológicos que determinaram a adaptação de espécies às condições climáticas e o regime hidrológico da região e, finalmente, de processos antrópicos, como as alterações ambientais e os programas de erradicação e introdução de espécies, que possivelmente levaram à exclusão de elementos autóctones da fauna original.

Esta ictiofauna inclui representantes de diferentes grupos neotropicais típicos, mas que com exceção dos peixes anuais (Rivulidae), mostra-se bem menos diversificada quando comparada à de outros ecossistemas brasileiros. Suas espécies distribuem-se em bacias interiores e costeiras do nordeste brasileiro, que drenam parcialmente ou estão inteiramente localizadas na Caatinga. Por isso, não há como caracterizar uma ictiofauna típica ou exclusiva deste ecossistema, já que a distribuição de muitas espécies nos rios que cortam a Caatinga estende-se para além de

seus limites, atingindo outros ecossistemas adjacentes do nordeste brasileiro e regiões vizinhas.

O endemismo da fauna de peixes do nordeste brasileiro foi reconhecido por Vari (1988), que definiu uma região denominada “Northeastern”, e por Menezes (1996), que incluiu os rios do nordeste como parte de “Northeastern Small Drainages”. Entretanto, determinar diversidade, endemismo e padrões de distribuição com base em critérios objetivos, é uma tarefa comprometida pela falta de informações básicas. A fauna atual certamente é muito reduzida em relação à que existia no passado, devido aos processos históricos, às alterações climáticas, e aos fatores antrópicos, que possivelmente alteraram sua composição original com extinções locais ou generalizadas.

Lamentavelmente, não existe documentação completa da diversidade pretérita da ictiofauna, de tal modo que dados atuais revelam apenas uma parcela do que existia antes das alterações de origem antrópica. Mesmo a fauna remanescente está mal documentada, pois levantamentos adequados, catalogação e identificação para conhecimento da composição taxonômica dos grupos de peixes representados na Caatinga são incompletos.

O presente trabalho propõe-se a revisar o estado do conhecimento sobre a ictiofauna que ocorre na Caatinga, indicar sua composição taxonômica, discutir seus padrões de distribuição geográfica e seu estado de conservação, relacionados à hidrografia e às ecorregiões propostas para a biota aquática deste ecossistema.

Material e métodos

O estudo da composição taxonômica e distribuição geográfica da ictiofauna baseou-se na revisão de dados da literatura, incluindo trabalhos publicados e não publicados, como

teses e dissertações, e em dados inéditos provenientes de registros de coleções ictiológicas. Estes últimos não são de forma alguma exaustivos, pois, conforme apontado abaixo, a fidelidade e adequação dos mesmos esbarra em problemas taxonômicos e falta de revisões para a maioria dos grupos, e conseqüentes identificações duvidosas. Não foram incluídos registros de espécies marinhas que penetram o curso inferior dos rios costeiros. As sinonímias foram resolvidas em parte, através da literatura, incluindo catálogos (Eschmeyer 1998), revisões recentes (*e.g.*, Nijssen & Isbücker 1976, Kullander 1983, Ploeg 1991, Vari 1989, 1991), teses e dissertações não publicadas (*e.g.*, Garavello 1979, Castro 1990) e informações pessoais (Heraldo A. Britski). A composição taxonômica da ictiofauna é apresentada na forma de lista alfabetada de gêneros e espécies (Apêndice), em ordem sistemática de ordens e famílias, modificada de Eschmeyer (1998) com a adoção de status familiar para os seguintes táxons: Parodontidae, Prochilodontidae, Acestrorhynchidae, Crenuchidae, e Pseudopimelodidae.

Além disso, diversas espécies podem estar distribuídas ao longo de rios que cortam a Caatinga, mas cujos cursos superior e inferior estão fora do ecossistema. Deste modo, optamos por indicar na seção de resultados os endemismos para as ecorregiões ali definidas, e não propriamente para o ecossistema.

Apesar da inexistência das condições ideais para uma avaliação global da diversidade da fauna de peixes da Caatinga e da determinação dos padrões de sua distribuição, julgamos que a utilização de grupos monofiléticos distintos, bem definidos sistematicamente e com distribuição ampla dentro e fora do ecossistema, pode fornecer indicadores valiosos para estes aspectos. Quando grupos monofiléticos distintos exibem padrões congruentes de distribuição, possibilitando o reconhecimento de

áreas de endemismo, pode-se produzir hipóteses mais confiáveis para explicar como esses padrões se desenvolveram historicamente.

O procedimento adotado para delinear padrões de distribuição e reconhecer áreas de endemismo, consistiu em utilizar dados da literatura de grupos não relacionados filogeneticamente, revistos do ponto de vista sistemático e taxonômico em trabalhos recentes, publicados ou não. Assim, por exemplo, só os gêneros revistos da família Cichlidae foram considerados. Procurou-se verificar se a distribuição das espécies de grupos monofiléticos dos ordens Characiformes, Siluriformes, Perciformes e Cyprinodontiformes, que permitiam o reconhecimento de padrões de distribuição e endemismo na Caatinga. Deste modo, são indicados dois valores de endemismo para cada ecorregião aquática: o primeiro, denominado endemismo estrito, foi calculado com base no total de espécies dos grupos monofiléticos apontados acima, que tenham sido recentemente revisados, sendo portanto mais confiável; o segundo, denominado endemismo geral, foi calculado com base no número total de espécies do ecossistema excluindo-se aquelas introduzidas. Por abranger diversos grupos e espécies não resolvidos taxonomicamente, este último índice é menos confiável e deve ser usado apenas em uma abordagem descritiva geral, e não para a determinação de padrões biogeográficos.

Hidrografia da Caatinga

A região nordeste do Brasil apresenta uma modesta rede hidrográfica se comparada às de outras regiões brasileiras. Esta condição natural é a principal consequência da abrangência do clima semi-árido, característico da Caatinga, sobre as bacias hidrográficas da região. As condições climáticas, associadas à natureza impermeável do subsolo cristalino da porção oriental do

escudo brasileiro, são os fatores determinantes que caracterizam a rede hidrográfica do nordeste.

Grande parte das bacias do nordeste encontra-se sob influência da Caatinga, com exceção das bacias costeiras da Bahia ao sul do Rio de Contas e rios que drenam o Golfão Maranhense no limite norte ocidental.

As bacias hidrográficas sob o domínio da Caatinga apresentam características peculiares, como o regime intermitente e sazonal de seus rios, reflexo direto das precipitações escassas e irregulares, associadas à alta taxa de evaporação hídrica. Todavia, estas características hidrológicas não se aplicam a todos os rios da Caatinga, e o rio São Francisco e o rio Parnaíba, os dois principais rios da região, são perenes, apesar de terem afluentes intermitentes. Ao contrário das bacias de outras regiões semi-áridas do mundo, que geralmente convergem para depressões fechadas, os rios do nordeste drenam todos para o Oceano Atlântico, embora muitos de forma intermitente (Ab'Sáber 1995).

O regime intermitente e sazonal não foi sempre comum aos rios da região da Caatinga, este é consequência direta da expansão do clima semi-árido no nordeste do Brasil em épocas passadas. Segundo Ab'Sáber (1957), a presença de uma fase paleoclimática mais úmida explicaria uma série de características hidrográficas que não condizem com a atual realidade climática da região. O predomínio das drenagens exorréicas no semi-árido, com nascentes localizadas em pleno sertão do semi-árido e o fato de alguns rios terem seus vales entalhados em terrenos rochosos antigos e resistentes, seriam algumas delas.

Quanto à disposição espacial da rede hidrográfica na Caatinga, pode-se afirmar que a maioria dos rios se sobrepõe ao mesmo padrão de distribuição da região semi-árida, ou seja, 85%

de suas áreas estendem-se por depressões interplanálticas (Ab'Sáber 1999). Com base nesta distribuição, podemos afirmar que as chapadas e planaltos, onde as incidências pluviométricas são maiores, têm um papel fundamental na origem e manutenção do regime hídrico dos rios da Caatinga, além de servirem como grandes centros dispersores das drenagens.

Regiões hidrográficas da Caatinga

As bacias hidrográficas sob o domínio da Caatinga podem ser divididas em quatro regiões hidrográficas: Maranhão-Piauí, Nordeste Médio-Oriental, São Francisco e bacias do Leste. Estas regiões representam bacias com diferentes características hidrográficas e com diferentes graus de abrangência da Caatinga (Figura 1).

A primeira região hidrográfica é formada pelas bacias do Maranhão e Piauí, que se encontram no limite norte-ocidental da Caatinga, e compreendem a bacia do rio Munim, drenando para o Golfão Maranhense, pequenas bacias costeiras a leste do rio Munim, e o rio Parnaíba.

O rio Parnaíba, entre os estados do Maranhão e Piauí, é o segundo maior rio da região nordeste, com 1.700 km de extensão (Andrade 1967). Este rio corta a região da Caatinga em seu médio curso, no trecho entre a junção dos rios Canindé e Poti, ambos afluentes intermitentes da margem direita que drenam áreas de caatinga nos estados do Piauí e Ceará e têm suas cabeceiras localizadas na serra de Ibiapaba, serra Grande, chapada do Araripe e serra do Piauí. No seu baixo curso, o rio Parnaíba volta a drenar áreas de caatinga até praticamente sua foz, onde o rio Longá, afluente da margem direita, com cabeceiras na serra de Ibiapaba, também corta a Caatinga.

3. Peixes da Caatinga

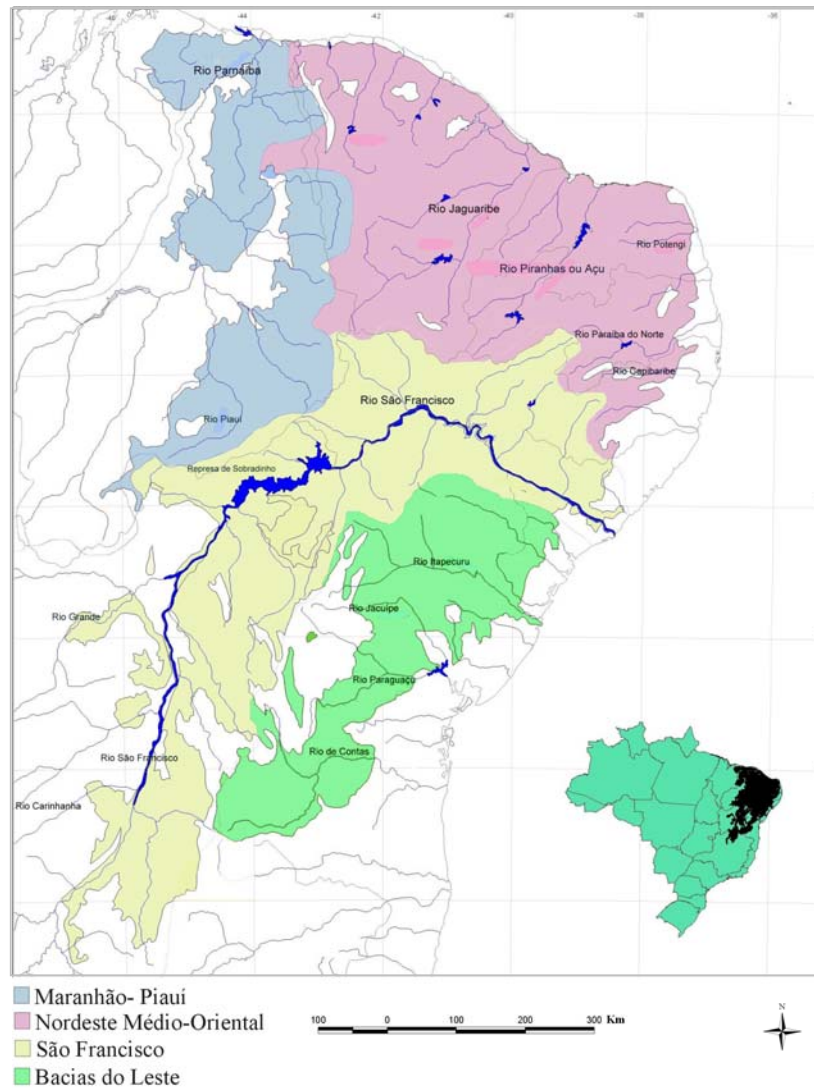


Figura 1. Regiões hidrográficas sob abrangência da Caatinga. Modificado de Probio (2000).

As bacias do Maranhão-Piauí representam a zona de transição entre o clima semi-árido da Caatinga à leste do rio Parnaíba e o clima mais úmido do Cerrado ao oeste. As diferenças pluviométricas encontradas na região do rio Parnaíba, juntamente com o aparecimento do subsolo cristalino mais ao leste, determinam o regime fluvial dos afluentes do Parnaíba. Os afluentes da margem esquerda são perenes, dando sustentabilidade ao regime perene do rio Parnaíba, enquanto seus afluentes da margem direita, que drenam a Caatinga, são intermitentes.

A região hidrográfica Nordeste Médio-Oriental inclui as bacias compreendidas entre o rio Parnaíba e o rio São Francisco, cujas cabeceiras encontram-se nas chapadas de Ibiapaba, Araripe e planalto da Borborema, por vezes drenando áreas de brejos de altitude, e que cortam áreas de caatinga na maior parte de seus cursos. Esta região pode ser dividida em duas sub-regiões, uma Setentrional e outra Oriental. A primeira é composta por bacias costeiras de pequeno porte como as dos rios Coreáú, Choró, Apodi, e bacias de médio porte, como as dos rios Jaguaribe e Piranhas-Açu, que drenam a porção leste das serras de Ibiapaba e Grande, porção norte da chapada do Araripe e a porção norte do planalto da Borborema, nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte e interior da Paraíba. Na sub-região Oriental estão as bacias costeiras de pequeno e médio porte, localizadas ao sul do rio Potengi, nos estados do Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Alagoas. Seus principais rios são o Potengi, Mamanguape, Paraíba do Norte, Capibaribe, Ipojuca, Una e Camaçari.

As principais diferenças entre as bacias dessas sub-regiões são o seu regime hídrico e aspectos fisiográficos nas suas áreas de cabeceiras e nos seus baixos cursos. Na sub-região Setentrional, o limite norte da Caatinga avança até uma estreita faixa de vegetação litorânea ou atinge mesmo a costa, como ocorre no noroeste do Rio

Grande do Norte (Andrade-Lima 1981). As bacias hidrográficas desta região estão sob maior influência do clima semi-árido da Caatinga, se comparada às das outras regiões. Esta condição natural faz com que os rios apresentem regime intermitente em grande parte de seus cursos, com exceção dos baixos cursos e cabeceiras localizadas em matas serranas, como no Estado do Ceará. Os dois principais rios desta região são o Jaguaribe, no Ceará, e o Piranhas-Açu, nos estados da Paraíba e Rio Grande do Norte. Ambos, sob influência do regime irregular de chuvas, chegam a secar em alguns trechos nos períodos de maior estio, com exceção dos baixos cursos que recebem grande influência da penetração das marés.

Na sub-região Oriental, a Caatinga limita-se ao leste com as florestas pluviais costeiras, que caracterizam a zona da mata na região, transição essa que ocorre gradualmente (Andrade-Lima 1981). O planalto da Borborema é o grande gestor de águas, direcionando os rios no sentido oeste-leste até o Oceano Atlântico. Os regimes hidrológicos dos rios nesta sub-região variam em função da abrangência da área de caatinga. No Rio Grande do Norte, os rios Potengi e Curimataú estão sob maior influência do semi-árido, com exceção dos baixos cursos próximos a foz. Nos estados da Paraíba, Pernambuco e Alagoas as bacias têm suas cabeceiras em matas serranas (os brejos de altitude) e seus médios cursos drenam áreas de semi-árido e agreste até chegar à zona da mata. Os regimes intermitentes de alguns rios são substituídos pelos regimes torrenciais nos períodos mais chuvosos.

Mais ao sul, entre os estados de Alagoas e Sergipe, encontra-se a foz do rio São Francisco, o maior rio do nordeste e a terceira maior bacia hidrográfica do Brasil, depois da bacia Amazônica e do Paraná (Ab'Sáber 1956).

O rio São Francisco tem suas cabeceiras localizadas na serra da Canastra em Minas Gerais, porém é nordestino na maior parte

de seu curso, onde se mantém perene mesmo na região da Caatinga. O rio São Francisco começa a drenar áreas de caatinga no seu médio curso ainda em Minas Gerais, na altura do Município de Januária. À jusante de Januária, o rio Verde Grande, afluente da margem direita em território mineiro, drena áreas de semi-árido moderado a partir da serra do Espinhaço.

No trecho entre o rio Verde Grande e a represa de Sobradinho, os afluentes da margem esquerda, como os rios Carinhanha, Corrente e Grande, drenam fragmentos de caatinga, e nascem no chapadão Ocidental em áreas mais úmidas, sendo caudalosos e perenes em seus cursos. Neste mesmo trecho, porém na margem direita, os rios drenam áreas mais extensas de caatinga e apresentam regime intermitente, com exceção de suas cabeceiras na porção oeste da chapada Diamantina.

O rio São Francisco, em sua calha principal, entra no semi-árido a partir do Município de Barra, onde os índices pluviométricos decrescem em relação ao médio e alto cursos. A jusante de Barra, a maioria dos seus afluentes, tanto da margem direita como os rios Jacaré, Salitre e Curaçá, como os riachos da margem esquerda que descem da chapada do Araripe, apresentam regime intermitente. No baixo curso os principais afluentes são os rios Pajeú, Moxotó e Ipanema, que desembocam no São Francisco em território pernambucano ou alagoano.

O rio São Francisco mantém seu regime perene mesmo na região da Caatinga, graças às cabeceiras em Minas Gerais, aos seus afluentes no curso médio, e contribuições menores e irregulares dos afluentes do baixo curso que descem da porção meridional do planalto da Borborema.

A região das bacias do Leste sob influência da Caatinga compreendem as bacias costeiras abaixo da foz do São Francisco

até o rio de Contas, na Bahia. As bacias da região podem ser divididas em dois grupos: as bacias costeiras ao norte da chapada Diamantina, como os rios Sergipe, Vaza Barris, Real e Itapecuru, e as bacias da vertente leste da chapada Diamantina, que incluem os rios Paraguaçu e Contas. Os rios ao norte da chapada Diamantina drenam áreas de caatinga nos seus altos e médios cursos, sendo perenes nos seus baixos cursos na zona da mata. Já os rios Paraguaçu e Contas se mantêm perenes graças as suas cabeceiras na chapada Diamantina, à inclinação do terreno e à pequena retenção de água no subsolo, apesar de alguns afluentes intermitentes. As bacias ao sul do rio de Contas caracterizam a zona de transição entre o regime temporário dos rios nordestinos e o regime regular das bacias do sudeste do Brasil.

As regiões hidrográficas acima consideradas são concordantes com a caracterização hidrográfica do nordeste brasileiro utilizada no Seminário de Biodiversidade da Caatinga (PROBIO 2000) e no Seminário de Planejamento Ecorregional da Caatinga (Velooso *et al.* 2001). O sistema de drenagem das bacias nestas regiões hidrográficas, o isolamento geográfico entre elas, suas características ecológicas, e a presença dos endemismos apontados mais adiante na seção “Padrões de distribuição”, permitiu-nos reconhecer as ecorregiões aquáticas propostas no Seminário de Biodiversidade da Caatinga (PROBIO 2000, MMA 2002) e adotadas no presente trabalho. A correspondência entre estas ecorregiões e as regiões hidrográficas descritas acima permitiu-nos adotar a mesma nomenclatura para ambas.

Histórico do conhecimento sobre a diversidade da ictiofauna

Johan von Spix e Karl von Martius, em sua expedição pelo Brasil, coletaram espécimes zoológicos durante os anos de 1818 e 1819 em diversas localidades da Caatinga, nos estados da Bahia,

Pernambuco, Ceará, Piauí e Maranhão (Papavero 1971, Paiva & Campos 1995). Os peixes obtidos nesta expedição foram posteriormente trabalhados por Spix e Agassiz (*Selecta genera et species piscium Brasiliensium*, 1829-1831) (Paiva & Campos 1995). Todavia, com poucas exceções, a procedência das espécies descritas não é indicada com precisão, conforme constata-se na publicação original e sua tradução (Pethiyagoda & Kottelat 1998). Reinhardt (1851) e Lütken (1875) descreveram espécies de peixes do rio das Velhas, cuja distribuição se estende para áreas de caatinga na bacia do rio São Francisco.

A Comissão Científica de Exploração, constituída pelo Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro, efetuou coletas de peixes de água doce no Ceará, entre os anos de 1859 e 1861, entretanto os espécimes oriundos deste trabalho não foram adequadamente conservados no Museu Nacional (Braga 1962 *apud* Paiva & Campos 1995). A Expedição Thayer, organizada por Louis Agassiz, que percorreu o Brasil entre os anos de 1865 e 1866, obteve espécimes de peixes provenientes das bacias dos rios São Francisco e Parnaíba, coletados respectivamente por Orestes Saint-John e John Allen e Orestes Saint-John. Estes peixes foram depositados no Museum of Comparative Zoology, da Universidade de Harvard. Entretanto, apenas uma pequena parte do material foi trabalhado no contexto de revisões sistemáticas e serviu para a descrição de novas espécies de peixes do nordeste (*e.g.*, Garman 1913). Com base no exame preliminar deste material, Louis Agassiz apontou a similaridade entre a fauna do nordeste e a da região Amazônica (Agassiz & Agassiz 1975).

Já no início do século XX, durante o ano de 1903, Franz Steindachner percorreu os rios São Francisco e Parnaíba, de onde coletou e descreveu diversas espécies de peixes (Steindachner 1906, 1915). John Haseman percorreu o rio São Francisco nos anos

de 1907 e 1908, de onde obteve coleções de peixes, encaminhadas para o museu da Universidade de Stanford, na Califórnia. Ainda neste período, outros autores descreveram espécies de peixes do Ceará (Ihering 1907, Fowler 1915), Rio Grande do Norte (Starks 1913), Bahia (Miranda-Ribeiro 1918), da bacia do rio São Francisco (Ihering 1911, Eigenmann 1914), e do rio Itapicurú (Eigenmann 1916, 1917).

No decorrer da primeira metade do século XX, tivemos as contribuições de Miranda-Ribeiro (1937) e Miranda-Ribeiro (1939), que estudaram coleções de vertebrados do nordeste e descreveram peixes da Paraíba e Ceará, e de Fowler (1941), que descreveu 38 espécies de peixes de água doce do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, e Pernambuco. Este último trabalho, a exemplo outros sobre a ictiofauna de água doce do nordeste, esbarra em problemas taxonômicos, como identificações errôneas, descrições inadequadas ou em sinonímia, e imprecisões na procedência do material. Ainda neste período, a partir das contribuições de Rodolpho von Ihering, e continuando-se pela segunda metade do século XX, teve lugar a produção de trabalhos sobre a ocorrência ou biologia de espécies de peixes de água doce do nordeste, voltados na maioria para a perspectiva da exploração pesqueira e piscicultura (*e.g.*, von Ihering & Azevedo 1934, 1936, Azevedo 1938, Fontenelle 1951, Braga 1954, Menezes 1973).

Como exemplo de trabalhos recentes que contribuíram para aumentar o conhecimento sobre a diversidade da ictiofauna na área de abrangência da Caatinga, destacam-se as publicações de Costa e colaboradores sobre os peixes anuais da família Rivulidae, incluindo descrições de espécies e revisões sistemáticas (Costa 1989, 1996, 1998, 2001, Costa & Brasil 1990, 1991, 1993, 1994, Costa *et al.* 1996, 2001). Outros autores que realizaram revisões sistemáticas recentes e descreveram espécies de peixes da Caatinga

incluem Nijssen & Isbrücker (1976, 1980), Garavello (1976), Kullander (1983), Reis (1989), Higuchi *et al.*(1990), Ploeg (1991), de Pinna (1992), Weber (1992), Berkenkamp (1993), Trajano & de Pinna (1996), Schaefer (1997), e Ferraris & Vari (1999). A literatura recente inclui ainda diversas citações ou compilações de espécies de peixes para a Caatinga, entre elas, Travassos (1960), Weitzman (1964), Carvalho (1969), Roberts *in* Menezes (1973), Mees (1974), Garavello (1979), Rosa (1985), Soares (1987), Lucena (1988), Vari (1989, 1991, 1992), Castro (1990), Portugal (1990), Walsh (1990), Almeida *et al.* (1993), Fink (1993), Paiva & Campos (1995), Langeani (1996), Campos-da-Paz (1997), Armbruster (1998), Gomes-Filho (1999), Lima (2001) e Lucena *et al.* (2002).

Composição da ictiofauna

A compilação taxonômica dos peixes que ocorrem na Caatinga revelou a presença de 240 espécies, distribuídas em sete ordens. A ordem Siluriformes apresentou a maior diversidade, com 101 espécies, seguida da ordem Characiformes com 89 espécies. Na ordem Siluriformes as famílias mais diversificadas foram Loricariidae, Pimelodidae e Callichthyidae com 34, 27 e 15 espécies, respectivamente. Dentre os Characiformes, a família Characidae foi a mais diversificada, com 50 espécies. Entre os Cyprinodontiformes, a família Rivulidae foi a mais diversificada com 24 espécies, sendo doze do gênero *Simpsonichthys*, onze de *Cynolebias* e uma de *Rivulus*. As demais ordens estão representadas pelos seguintes números de espécies: Gymnotiformes- seis; Perciformes- dezessete; Myliobatiformes- uma; Clupeiformes- uma; Symbranchiformes- uma. Do total de espécies registradas, nove são introduzidas e 136 são consideradas possivelmente endêmicas para a Caatinga. Algumas espécies

introduzidas em ambientes artificiais, como a carpa (*Cyprinus carpio*) e o pirarucu (*Arapaima gigas*) não estão amplamente disseminadas, e não foram compiladas. A listagem e a distribuição geográfica destas espécies é apresentada em ordem alfabética no apêndice. Exemplos de espécies de peixes da Caatinga estão ilustrados nas figuras 2A a J.

Padrões de distribuição

Um dos aspectos mais importantes que limitam avaliação da diversidade ictiofaunística e a determinação de padrões biogeográficos é a falta de conhecimentos precisos da sistemática e distribuição da maioria dos táxons representados. Em relação às espécies compiladas para a Caatinga, muitos grupos supra-específicos aos quais elas pertencem, nunca foram adequadamente revistos do ponto de vista sistemático, de modo que as identificações existentes na literatura nem sempre são confiáveis e podem conduzir a conclusões errôneas e conflitantes no estabelecimento de padrões de distribuição e caracterização da diversidade. Em seus estudos da família Curimatidae, por exemplo, Vari (1989) demonstrou que cerca de 50% das espécies nominais anteriormente reconhecidas foram colocadas em sinonímia, ocasionando uma redução considerável do número total de espécies dos gêneros. Assim, estudos de delimitação de áreas de endemismo e regiões ictiofaunísticas, baseados simplesmente em listas de espécies nominais citadas para a área, apesar de úteis, não têm o grau de confiabilidade necessário para produzir resultados satisfatórios.

A falta de conhecimento completo da ictiofauna também é um fator que impede avaliações mais precisas. Muitas áreas da Caatinga, principalmente aquelas afastadas do curso principal dos rios e situadas em cabeceiras, carecem de levantamentos e

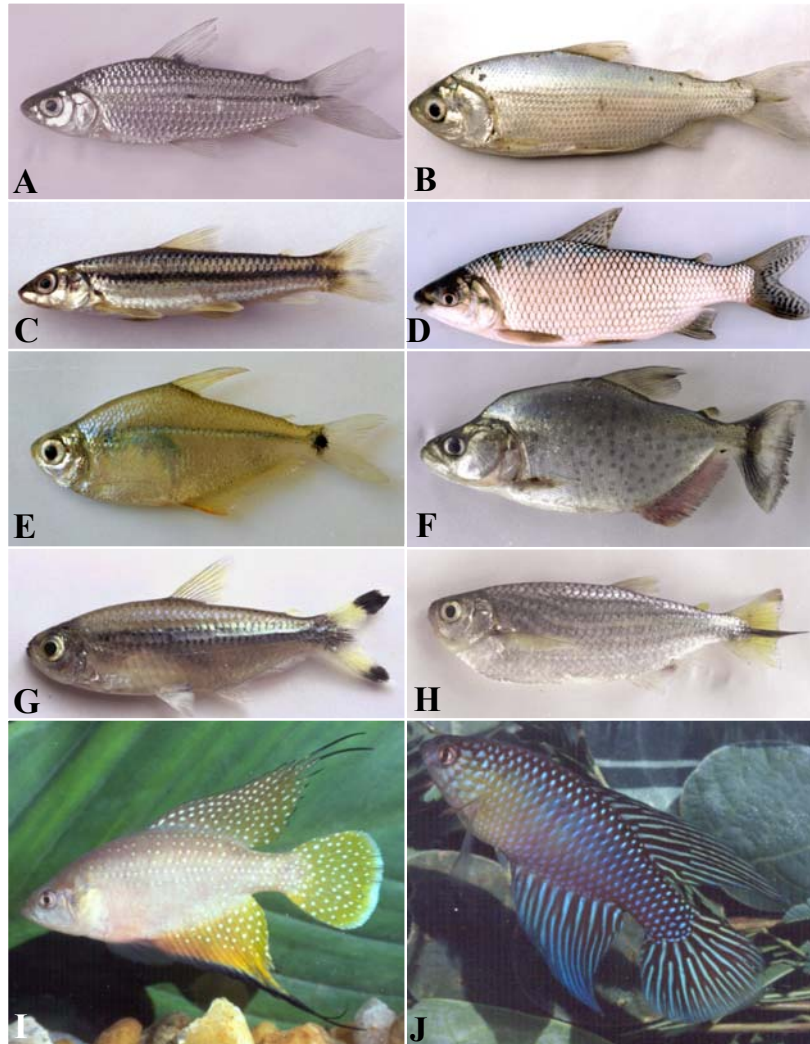


Figura 2. Peixes da Caatinga. (A) *Steindachnerina notonota*; (B) *Psectrogaster rhomboides*; (C) *Apareiodon davisi*; (D) *Prochilodus brevis*; (E); *Psellogrammus kennedyi*; (F) *Serrasalmus brandtii*; (G) *Moenkhausia lepidura*; (H) *Triportheus signatus*; (I) *Simpsonichthys igneus* e (J) *Simpsonichthys fulminantis*.

inventários. Coletas recentes em algumas dessas áreas, e mesmo em áreas anteriormente exploradas, revelaram a existência de espécies ainda desconhecidas. O mesmo fato ocorre também em outras regiões do país e da América do Sul. No rio Paraíba do Sul, por exemplo, um dos rios mais explorados do leste do Brasil, o gênero *Trichomycterus*, antes representado por oito espécies, teve um acréscimo de 50% em sua representatividade com a descoberta de mais quatro espécies (Costa 1992). Nesta mesma família, um gênero e espécies novas de uma subfamília representada apenas na Amazônia (Costa & Bockermann 1994) foram descritos do rio São João, também no leste do Brasil, nas vizinhanças da cidade do Rio de Janeiro. Uma revisão recente do gênero *Creagrutus* (Characidae) também exemplifica o baixo conhecimento da diversidade específica de gêneros neotropicais de pequeno porte: seu número de espécies foi elevado de 19 para 64 espécies, com registro de novas formas para as bacias do rios Orinoco, Amazonas, Tocantins- Araguaia, Paraguai e drenagens do Caribe (Vari & Harold 2001).

Na Caatinga, especificamente, peixes rivulídeos podem ser apontados como os mais ilustrativos e surpreendentes exemplos de escassez de informações básicas sobre a ictiofauna. Os rivulídeos têm sido historicamente ignorados em levantamentos ictiológicos em toda extensão da América do Sul, em função do especializado ciclo de vida e ambiente em que são exclusivamente encontrados. Isto acontece porque tais levantamentos são quase em sua totalidade baseados em trabalhos de campo concentrados nas estações secas, época do ano quando o acesso aos ambientes fluviais e a pesca se tornam facilitados. Entretanto, rivulídeos, conhecidos como peixes anuais, vivem em lagoas sazonais que secam totalmente durante épocas de estiagem, local onde depositam ovos resistentes que eclodem apenas nas estações úmidas. Para se ter uma idéia, apenas no início da segunda metade

do século XX (Myers 1952) ocorreu o primeiro registro de duas espécies de peixes anuais para a região da Caatinga (bacia do rio Jaguaribe, Ceará). Nenhum outro registro foi feito até 1989, quando, a partir de então, esforços foram canalizados para exploração de ambientes típicos de peixes anuais, acarretando em seguidas descobertas de novas espécies e subseqüentes descrições científicas (Costa 1989, 1998a, 2000, 2001, Costa & Brasil 1990, 1991, 1993, 1994, Costa *et al.* 1996, 2001). Hoje, como resultado após pouco mais de 10 anos de explorações em ambientes aquáticos sazonais do nordeste, conhecemos 23 espécies de peixes anuais descritas para a região da Caatinga, além de outras duas não descritas, ainda em fase preliminar de estudos taxonômicos.

A tabela 1 indica as espécies endêmicas nas ecorregiões do ecossistema Caatinga das famílias ou grupos monofiléticos recentemente revisados, das ordens Characiformes, Siluriformes, Cyprinodontiformes e Perciformes. Embora existam espécies que ocorrem indistintamente em todas as ecorregiões e outras que ocorrem também fora do ecossistema, em cada ecorregião existem espécies endêmicas de todos os grupos, caracterizando-as também como unidades biogeográficas bem definidas.

Apesar da falta de dados mais completos, os resultados obtidos da análise dos grupos considerados indicam que a bacia do São Francisco (Ecorregião 3) possui maior grau de endemismo geral. Nesta ecorregião foram registradas 116 espécies, das quais 58 são possivelmente endêmicas, correspondendo a 24,2% do número das espécies da Caatinga. Quanto ao endemismo estrito, com base nas espécies dos grupos revisados, a Ecorregião 3 apresenta a taxa de 56,3%.

Vari (1988), analisando a distribuição da família Curimatidae com base no estudo de relações filogenéticas, demonstrou que

Tabela 1. Relação das espécies endêmicas de peixes de água doce de algumas famílias das ordens Characiformes, Siluriformes, Cyprinodontiformes e Perciformes que ocorrem na Caatinga. Na coluna Endemismo (Ed) estão indicados os endemismos para as quatro ecorregiões definidas no texto, respectivamente pelos algarismos de 1 a 4. A distribuição de espécies em mais de uma ecorregião é indicada pelos algarismos correspondentes. F indica as espécies que também ocorrem fora da Caatinga. Espécies introduzidas não foram consideradas.

Espécie e autor	Família	Ed
CHARACIFORMES		
<i>Acestrorhynchus britskii</i> Menezes, 1969	Acestrorhynchidae	3
<i>Triportheus guentheri</i> (Garman, 1890)	Characidae	3
<i>Triportheus signatus</i> (Garman, 1890)	Characidae	1, 4
<i>Caenotropus labyrinthicus</i> (Kner, 1858)	Chilodontidae	1 F
<i>Characidium bimaculatum</i> Fowler, 1941	Crenuchidae	3
<i>Characidium zebra</i> Eigenmann, 1909	Crenuchidae	3
<i>Curimata macrops</i> (Eigenman & Eigenmann, 1889)	Curimatidae	1
<i>Curimatella lepidura</i> (Eigenmann & Eigenmann, 1889)	Curimatidae	3
<i>Psectrogaster rhomboides</i> Eigenmann & Eigenmann, 1889	Curimatidae	1 F
<i>Psectrogaster saguiru</i> (Fowler, 1941)	Curimatidae	2
<i>Steindachnerina elegans</i> (Steindachner, 1874)	Curimatidae	3, 4 F
<i>Steindachnerina notonota</i> (Ribeiro, 1937)	Curimatidae	1, 2
<i>Hemiodus argenteus</i> Pellegrin, 1908	Hemiodontidae	1 F
<i>Hemiodus parnaguae</i> Eigenmann & Henn, 1916	Hemiodontidae	1
<i>Apareiodon davisii</i> Fowler, 1941	Parodontidae	2
<i>Apareiodon hasemani</i> Eigenmann, 1919	Parodontidae	3
<i>Apareiodon itapicuruensis</i> Eigenmann & Henn, 1916	Parodontidae	4
<i>Parodon hilarii</i> Reihardt, 1867	Parodontidae	3
<i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, 1829	Prochilodontidae	3
<i>Prochilodus costatus</i> Valenciennes, 1850	Prochilodontidae	3
<i>Prochilodus brevis</i> Steindachner, 1874	Prochilodontidae	2, 4
<i>Prochilodus lacustris</i> Steindachner, 1907	Prochilodontidae	1
SILURIFORMES		
<i>Auchenipterus menezesi</i> Ferraris & Vari, 1999	Auchenipteridae	1
<i>Parauchenipterus galeatus</i> (Linnaeus, 1766)	Auchenipteridae	1, 2, 3, 4 F
<i>Trachelyopterus striatulus</i> (Steindachner, 1877)	Auchenipteridae	2, 3
<i>Hassar afinnis</i> (Steindachner, 1881)	Doradidae	1 F

Espécie e autor	Família	Ed
<i>Platydoras costatus</i> (Linnaeus, 1758)	Doradidae	1 F
<i>Kalyptodoras bahiensis</i> Higuchi, Britski & Garavello, 1990	Doradidae	4
<i>Lophiosilurus alexandri</i> Steindachner, 1876	Pseudopimelodidae	3
<i>Pseudopimelodus charus</i> (Valenciennes, 1840)	Pseudopimelodidae	3
<i>Copionodon orthiocarinatus</i> de Pinna, 1992	Trichomycteridae	4
<i>Copionodon pecten</i> de Pinna, 1992	Trichomycteridae	4
<i>Glaphyropoma rodriguesi</i> de Pinna, 1992	Trichomycteridae	4
<i>Trichomycterus itacarambiensis</i> Trajano & de Pinna, 1996	Trichomycteridae	3
CYPRINODONTIFORMES		
<i>Cynolebias albipunctatus</i> Costa & Brasil, 1991	Rivulidae	3
<i>Cynolebias altus</i> Costa, 2001	Rivulidae	3
<i>Cynolebias attenuatus</i> Costa, 2001	Rivulidae	3
<i>Cynolebias gibbus</i> Costa, 2001	Rivulidae	3
<i>Cynolebias gilbertoi</i> Costa, 1998	Rivulidae	3
<i>Cynolebias itapicuruensis</i> Costa, 2001	Rivulidae	4
<i>Cynolebias leptocephalus</i> Costa & Brasil, 1993	Rivulidae	3
<i>Cynolebias microphthalmus</i> Costa & Brasil, 1995	Rivulidae	2
<i>Cynolebias perforatus</i> Costa & Brasil, 1991	Rivulidae	3
<i>Cynolebias porosus</i> Steindachner, 1876	Rivulidae	3
<i>Cynolebias vazabarrisensis</i> Costa, 2001	Rivulidae	4
<i>Rivulus decoratus</i> Costa, 1989	Rivulidae	3
<i>Simpsonichthys adornatus</i> Costa, 2000	Rivulidae	3
<i>Simpsonichthys antenori</i> (Tulipano, 1973)	Rivulidae	2
<i>Simpsonichthys flavicaudatus</i> (Costa & Brasil, 1990)	Rivulidae	3
<i>Simpsonichthys fulminantis</i> Costa & Brasil, 1993	Rivulidae	3
<i>Simpsonichthys ghisolfii</i> Costa, Cyrino & Nielsen, 1996	Rivulidae	3
<i>Simpsonichthys hellneri</i> (Berkenkamp, 1993)	Rivulidae	3
<i>Simpsonichthys igneus</i> Costa, 2000	Rivulidae	3
<i>Simpsonichthys magnificus</i> (Costa & Brasil, 1991)	Rivulidae	3
<i>Simpsonichthys ocellatus</i> Costa, Nielsen & De Luca, 2001	Rivulidae	4
<i>Simpsonichthys picturatus</i> Costa, 2000	Rivulidae	3
<i>Simpsonichthys similis</i> Costa & Hellner, 1999	Rivulidae	3
<i>Simpsonichthys stellatus</i> (Costa & Brasil, 1994)	Rivulidae	3
PERCIFORMES		
<i>Cichlasoma orientale</i> Kullander, 1983	Cichlidae	2, 3
<i>Cichlasoma sanctifranciscense</i> Kullander, 1983	Cichlidae	3

Espécie e autor	Família	Ed
<i>Pachyurus francisci</i> (Cuvier, 1830)	Sciaenidae	3
<i>Pachyurus squamipinnis</i> Agassiz, 1831	Sciaenidae	3

Curimatella lepidura, endêmica da bacia do São Francisco, é filogeneticamente mais relacionada com espécies da família que ocorrem na Bacia Amazônica. Outras duas espécies que também ocorrem na bacia do São Francisco, *Cyphocharax gilberti* e *Steindachnerina elegans*, também são encontradas nos rios costeiros do leste do Brasil. Vari (1988) concluiu, portanto, que a bacia do São Francisco é uma região “híbrida”, porque os componentes da fauna de curimatídeos representados nesta bacia são tanto relacionados com as espécie do grupo que ocorrem na bacia Amazônica quanto as espécies que ocorrem nos rios do leste do Brasil.

Padrão congruente ao de *Curimatella lepidura*, foi demonstrado por Schaefer (1997) para *Otocinclus xakriaba* (Loricariidae), espécie endêmica da bacia do São Francisco que tem relações filogenéticas próximas com *Otocinclus hasemani* dos rios Tocantins e Parnaíba (Ecorregião 1) e com o clado “orbis”, com espécies distribuídas nas bacias do Paraguai, Amazonas e Orinoco.

Com base em hipóteses filogenéticas sustentadas por caracteres morfológicos de diferentes grupos monofiléticos de rivulídeos anuais, Costa (1996, 2001) apontou estreitas relações de parentesco entre espécies endêmicas de áreas semi-áridas do nordeste do Brasil (incluindo as bacias dos rios São Francisco, Jaguaribe, Mossoró, Itapicurú e Vazabarris, Ecorregiões 2, 3 e 4) com espécies do alto Tocantins. Entretanto, ao contrário do alto Tocantins, espécies endêmicas da região do médio e baixo Tocantins, pertencem a grupos bem definidos que ocorrem apenas

em bacias hidrográficas a oeste (rios Araguaia, Xingú, Paraguai e Madeira), sugerindo uma origem híbrida para a bacia do rio Tocantins (Costa 1996, 1998b, 2001). Por último, espécies de Rivulidae encontradas na bacia do rio Parnaíba (Ecorregião 1) não apresentam qualquer possibilidade de relações próximas de parentesco com aquelas espécies do Jaguaribe, Mossoró e São Francisco (Ecorregiões 2 e 3), mas sim exibindo fortes evidências de estreitas relações com espécies do baixo Tocantins (Costa 2001).

Casatti (2000), estudando as relações filogenéticas dos gêneros de água doce da família Sciaenidae, indicou no cladograma que as duas espécies endêmicas do São Francisco, *Pachyurus francisci* e *P. squamipinnis*, formam uma tricotomia com *P. adspersus* dos rios do leste do Brasil e *P. bonariensis* dos sistemas do Paraguai e baixo Paraná. O conjunto assim definido é grupo irmão de *P. paucirastrus* da bacia do Tocantins, sugerindo uma relação maior das espécies deste conjunto com a espécie amazônica.

Tudo indica, portanto, que a fauna de peixes da bacia do São Francisco tem relações históricas tanto com a bacia Amazônica, quanto com os rios do leste do Brasil. Dados geomorfológicos sugerem que, de fato, até o Terciário, o curso do São Francisco corria em direção à atual foz do rio Parnaíba (Casatti, op. cit.). Por outro lado, também há indicações que o São Francisco tem relações históricas com a bacia do alto Paraná (Menezes 1988).

A Ecorregião 2 é a segunda com maior índice de endemismo geral (12,5%) e apresenta 6,3% de endemismo estrito. O curimatídeo *Steindacherina notonota* (Ribeiro, 1937, Figura 2A) é endêmico para as Ecorregiões 1 e 2 e tem suas relações filogenéticas não resolvidas, porém agrupa-se com outras três espécies, distribuídas nas bacias dos rios Amazonas e Orinoco (Vari 1991).

Paiva (1978), comparando a ictiofauna da Ecorregião 2 às das bacias dos rios São Francisco e Parnaíba, deduziu que as espécies comuns a estas últimas habitaram outrora a área. Segundo ele, subsistiram ali apenas os grupos adaptativamente mais plásticos e por esta razão não seria fácil encontrar endemismos. Ainda segundo Paiva (1978), a ictiofauna desta área estaria representada por cerca de 50 espécies e para cada sistema hidrográfico encontraríamos um total entre 10 a 20 espécies. Os dados reunidos mostram que Paiva (1978) estava equivocado em suas afirmações, uma vez que foram compiladas informações de 82 espécies ocorrendo na Ecorregião 2.

A Ecorregião 1 tem 86 espécies, das quais 15 possivelmente são endêmicas, com 6,3% de endemismo geral e também 6,3% de endemismo estrito. Algumas espécies de diferentes grupos da bacia do rio Parnaíba e áreas adjacentes ocorrem também na bacia Amazônica e em nenhuma outra bacia hidrográfica. No mesmo trabalho acima citado, Vari (1988) mostrou que *Curimata macrops* e *Psectrogaster saguiru*, a primeira endêmica da bacia do Parnaíba e a segunda dos rios do Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba, são mais relacionadas com espécies amazônicas de curimatídeos. O mesmo ocorre com a segunda espécie de *Psectrogaster* endêmica do nordeste, *P. rhomboides* (Figura 2B), da bacia do Rio Parnaíba e da Ecorregião 2, que se agrupa com as espécies amazônicas *P. amazonica* e *P. curviventris* (Vari 1989). Para este autor, estas seriam evidências de que os curimatídeos da região nordeste têm relações históricas com a bacia Amazônica.

Segundo Vari (1988), *Cyphocharax gilberti* e *Steindachnerina elegans*, das Ecorregiões 2 e 3, também ocorrem nos rios da Ecorregião 4. Esta última apresenta 28 espécies no total, das quais 16 são possivelmente endêmicas, com 6,7% de endemismo geral e 11% de endemismo estrito. Casatti (2000)

indica que as duas espécies do gênero *Pachyurus* endêmicas do São Francisco, têm relações com *P. adspersus* encontrada em rios da Ecorregião 4. Por último, de acordo com a recente hipótese de relações de parentesco entre espécies do gênero *Cynolebias* (Costa 2001), parte das espécies endêmicas da região do médio São Francisco formaria um grupo monofilético com espécies das bacias dos rios Itapicurú e Vazabarris. Este exemplos indicam que, historicamente, a Ecorregião 4 é mais relacionada à Ecorregião 3.

Conservação da Ictiofauna

A ictiofauna da Caatinga tem sua diversidade impactada por processos naturais, como as alterações históricas do clima regional com a intensificação da semi-aridez (Paiva 1983, Almeida 1995) e por diversos processos antrópicos decorrentes da ocupação humana na região. Dentre estes últimos, destacam-se os programas de erradicação de piranhas com uso de substâncias ictiotóxicas e explosivos, conduzidos por órgãos governamentais (Braga, 1975), a introdução de espécies alóctones com vistas à piscicultura, através de processos conhecido popularmente como “peixamento” (Menezes 1944, Gurgel & Oliveira 1987, Almeida *et al.* 1993), a construção de obras de engenharia hidráulica, como barragens, açudes (Figura 3A) e canais, a extração de areia e outros minerais, a destruição da vegetação ciliar (Figuras 3B e C) e de áreas alagadas marginais, e a poluição dos cursos d’água por substâncias agrotóxicas e esgotos urbanos e industriais (Paiva 1978, Almeida 1995, MMA 2002, Rosa & Groth no prelo). A demanda de água para a agricultura, consumo humano e animal, numa região onde a escassez deste recurso é prevalente, é também um fator de impacto sobre os ecossistemas aquáticos, muitos deles de caráter intermitente (Figura 3D).

Como conseqüências dos diversos impactos antrópicos sobre a ictiofauna, temos a ruptura dos padrões migratórios de determinadas espécies, a possível redução ou extirpação de populações de espécies nativas e o comprometimento de atividades pesqueiras, com a redução da produção. O conhecimento sobre o estado de conservação das espécies de peixes da Caatinga ainda é incipiente, devido à deficiências de dados quantitativos sobre suas populações, e ao fato de que grande parte da ictiofauna não foi ainda avaliada (MMA 2002). Apenas quatro espécies que ocorrem neste ecossistema foram listadas preliminarmente como ameaçadas por Rosa & Menezes (1996). Todavia, urgentes ações de conservação e recuperação ambiental devem ser implementadas para garantir o restabelecimento e perpetuação de populações de peixes. Entre elas, a recuperação de matas ciliares e proteção das margens dos rios, a despoluição de ambientes aquáticos, a interrupção de introduções de espécies exóticas, priorizando-se as espécies nativas em programas de piscicultura, e a fiscalização do cumprimento da legislação ambiental, no que diz respeito à ocupação do solo e construção de obras de engenharia junto aos ambientes aquáticos (Rosa & Menezes 1996, Lucena *et al.* 2002, MMA 2002). Para diversas espécies endêmicas da Caatinga, incluindo os rivulídeos e alguns siluriformes, a conservação de biótopos especiais como alagados marginais e lagoas temporárias, áreas de cabeceiras (Figuras 3E e F) e cavernas, são de fundamental importância, pois estes constituem seus habitats exclusivos.

Com base nos resultados do *Workshop* Avaliação e Identificação de Ações Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade do Bioma Caatinga (PROBIO 2000, MMA 2002), foram identificadas 29 áreas prioritárias para ações de conservação da biota aquática, tendo os peixes de água doce sido os organismos utilizados para as avaliações. Todavia, para uma parte dessas áreas, a total falta de



Figura 3. Áreas onde os peixes foram coletados. (A) Açude Mãe-D'Água, Coremas, PB; (B) rio Paraíba do Norte, Cruz do Espírito Santo, PB; (C) rio Paraíba do Norte, ponte PB 408, próximo a Umbuzeiro, PB; (D) leito seco do rio Taperoá, bacia do rio Paraíba do Norte, próximo a Cabaceiras, PB; (E) Olho D'Água do Frade, Nazarezinho, PB, cabeceira da bacia do rio Piranhas e (F) cabeceira do riacho Camurim, rio Paraíba do Norte, Salgado do São Félix, PB.

dados sobre a composição faunística foi o fator preponderante para a recomendação, de modo que se tivessem áreas representativas das principais bacias da Caatinga. Para todas essas áreas, o *workshop* indicou como prioritários os trabalhos de inventário da biota aquática, face ao seu incompleto estado de conhecimento (MMA 2002).

Conclusões

A análise da distribuição de espécies de grupos de peixes de água doce na Caatinga, confirma que a ictiofauna não se distribui em um único ecossistema aquático, mas em sistemas hidrográficos situados em diferentes ecorregiões, com características ambientais distintas. Cada ecorregião possui um conjunto de espécies endêmicas, sugerindo que após contatos prévios de grupos ancestrais, houve isolamentos vicariantes proporcionados por eventos geotectônicos pretéritos, dando origem a faunas distintas de peixes dentro da área da Caatinga.

A história dos ecossistemas aquáticos é, assim, diferente da história da Caatinga propriamente. Como muitos dos sistemas hidrográficos que cortam a Caatinga também passam por outros ambientes com características distintas, várias das espécies de peixes de água doce ultrapassam os limites da Caatinga. A unidade do sistema aquático é a ecorregião aquática, que, às vezes, coincide com uma bacia hidrográfica.

O avanço no conhecimento das relações históricas entre as quatro ecorregiões aquáticas reconhecidas no presente trabalho depende ainda de estudos adicionais sobre a composição faunística, uma vez que extensas áreas são praticamente inexploradas, bem como de estudos sistemáticos adicionais, que definam o status

taxonômico de várias espécies e que estabeleçam as relações filogenéticas para um maior número de grupos monofiléticos.

Além destas iniciativas no campo da sistemática, ações prementes na área de conservação da biodiversidade de peixes devem ser tomadas, uma vez que vários ecossistemas aquáticos e bacias acham-se impactados por quase toda sua extensão. A possibilidade da manutenção e uso sustentável das espécies de peixes, em muitos casos, exigirá grandes esforços de recuperação ambiental.

Agradecimentos

Aos demais integrantes do grupo Biota Aquática, do *Workshop* Avaliação e Identificação de Ações Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade do Bioma Caatinga, Gildo Gomes Filho e Oscar Akio Shibatta, que participaram da compilação e discussão dos dados; ao Ministério do Meio Ambiente, Embrapa, Universidade Federal de Pernambuco, Instituto Conservation International do Brasil e Fundação Biodiversitas, que organizaram e propiciaram a realização do referido evento. A Gildo Gomes Filho e Olívio T. Moura pela participação em coletas de campo, e a Carlos A. S. Lucena pela complementação de dados sobre a diversidade de espécies de peixes da Caatinga.

Referências bibliográficas

- AB'SÁBER, A. N. 1956. Relêvo, Estrutura e Rede Hidrográfica do Brasil. *Boletim Geográfico* 14: 225-268.
- AB'SÁBER, A. N. 1957. Significado geomorfológico da rede hidrográfica do Nordeste oriental brasileiro. *Boletim Geográfico* 15: 459-464.

3. Peixes da Caatinga

- AB'SÁBER, A. N. 1995. The Caatinga Domain. Pp 47-55 in: S. Monteiro & L. Kaz (eds.) *Caatinga- Sertão, Sertanejos*. Editora Livroarte, Rio de Janeiro.
- AB'SÁBER, A. N. 1999. Sertões e sertanejos: uma geografia humana sofrida. *Estudos Avançados* 13: 7-59.
- AGASSIZ, L. & E. C. AGASSIZ. 1975. *Viagem ao Brasil: 1865-1866*. Tradução de João Etienne Filho. Ed. da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- ALMEIDA, R. G., L. H. SOARES & M. M. EUFRÁSIO. 1993. *Lagoa do Piató: peixes e pesca*. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, CCHLA, Natal.
- ALMEIDA, R. G. 1995. Lagoa do Piató: fragmentos ecológicos. Pp 165-172 in: T. Q. Aranha (ed) *Sesquicentenário da Cidade de Assu, 1845-1995*. Depto. Estadual de Imprensa, Natal.
- ANDRADE-LIMA, D. de. 1981. The caatingas dominium. *Revista Brasileira de Botânica* 4: 149-163.
- ANDRADE, M. C. de. 1967. Condições Naturais do Nordeste. *Boletim Geográfico* 19: 3-29.
- ARMBRUSTER, J. W. 1998. Phylogenetic relationships of the suckermouth armored catfishes of the *Rhinelepis* Group (Loricariidae: Hypostominae). *Copeia* 3: 620-636.
- AZEVEDO, P. 1938. O cascudo dos açudes nordestinos. *Arquivos do Instituto Biológico de São Paulo* 9: 211-224.
- BERKENKAMP, H. O. 1993. Ein neuer Fächerfisch aus den Bundersstaat Minas Gerais, Brasilien *Cynolebias hellneri* sp n. *Aquarium (Bornheim)* 27: 8-15.
- BRAGA, R. A. 1954. Alimentação da pirambeba, *Serrasalmus rhombeus* (L., 1766) Lacepède, 1803, no Açude Lima Campos, Iço, Ceará

R.S. Rosa et al.

- (Ostariophysi, Characidae, Serrasalminae). *Revista Brasileira de Biologia* 14: 477-492.
- BRAGA, R. A. 1962. *História da Comissão Científica de Exploração*. Imprensa Universitária do Ceará, Fortaleza.
- BRAGA, R. A. 1975. *Ecologia e etologia de piranhas no nordeste do Brasil (Pisces, Serrasalmus Lacépède, 1803)*. Departamento Nacional de Obras contra a Seca, Fortaleza.
- BUCKUP, P.A. & MENEZES, N.A. 2002. Catálogo dos Peixes Marinhos e de Água Doce do Brasil. <http://www.mnrj.ufrrj.br/catalogo/>
- CAMPOS-DA-PAZ, R., 1997. *Sistemática e taxonomia dos peixes elétricos das bacias dos rios Paraguai, Paraná e São Francisco, com notas sobre espécies presentes em rios costeiros do leste do Brasil (Teleostei: Ostariophysi: Gymnotiformes)*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- CARVALHO, J. C. M. 1969. Notas de viagem de um zoólogo à região das caatingas e áreas limítrofes. Imprensa Universitária do Ceará, Fortaleza.
- CASATTI, L. 2000. *Taxonomia e relações filogenéticas das corvinas de água doce sul-americanas (Scienidae, Perciformes)*. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- CASTRO, R. M. C. 1990. *Revisão taxonômica da família Prochilodontidae (Ostariophysi: Characiformes)*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- COSTA, W. J. E. M. 1989. Descrição de cinco novas espécies de *Rivulus* das bacias dos rios Paraná e São Francisco (Cyprinodontiformes, Rivulidae). *Revista Brasileira de Zoologia* 6: 523-634.
- COSTA, W. J. E. M. 1992. Description de huit nouvelles espèces du genre *Trichomycterus* (Siluriformes: Trichomycteridae), du Brésil oriental. *Revue Française d' Aquariologie* 18: 101-111.

- COSTA, W. J. E. M. 1996. Phylogenetic and biogeographic analysis of the neotropical annual fish genus *Simpsonichthys*. *Journal of Comparative Biology* 1: 129-140.
- COSTA, W. J. E. M. 1998. *Cynolebias gilbertoi*, a new species of annual fish (Cyprinodontiformes: Rivulidae) from the rio Sao Francisco basin, northeastern Brazil. *Cybium* 22: 237-243.
- COSTA, W. J. E. M. 1998b. Revision of the neotropical annual fish genus *Plesiolebias* (Cyprinodontiformes: Rivulidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters* 8: 313-34.
- COSTA, W. J. E. M. 2000. Descrições de quatro novas espécies de peixes anuais do gênero *Simpsonichthys* (Cyprinodontiformes: Rivulidae) das bacias dos rios São Francisco e Paraná, nordeste e centro do Brasil. *Aquarium* 25: 8-15.
- COSTA, W. J. E. M. 2001. The neotropical annual fish genus *Cynolebias*: phylogenetic relationships, taxonomic revision and biogeography. *Ichthyological Exploration of Freshwaters* 12: 333-383.
- COSTA, W. J. E. M. 2002. *Peixes anuais brasileiros: diversidade e conservação*. Editora da UFPR, Curitiba.
- COSTA, W. J. E. M. & F. A. BOCKMANN. 1994. A new genus and species of Sarcoglanidinae (Siluriformes: Trichomycteridae) from southeastern Brazil, with a re-examination of subfamilial phylogeny. *Journal of Natural History* 28: 715-730.
- COSTA, W. J. E. M. & G. C. BRASIL. 1990. Description of two new annual fishes of the genus *Cynolebias* (Cyprinodontiformes: Rivulidae) from the São Francisco basin, Brazil. *Ichthyological Exploration of Freshwaters* 1: 15-22.
- COSTA, W. J. E. M. & G. C. BRASIL. 1991. Three new species of *Cynolebias* (Cyprinodontiformes: Rivulidae) from the São Francisco basin, Brazil. *Ichthyological Exploration of Freshwaters* 2: 55-62.

- COSTA, W. J. E. M. & G. C. BRASIL. 1993. Two new species of *Cynolebias* (Cyprinodontiformes: Rivulidae) from the São Francisco basin, Brazil, with notes on phylogeny and biogeography of annual fishes. *Ichthyological Exploration of Freshwaters* 4: 193-200.
- COSTA, W. J. E. M. & G. C. BRASIL. 1994. Trois nouveaux poissons annuels du genre *Cynolebias* (Cyprinodontiformes: Rivulidae) du bassin du rio São Francisco, Brésil. *Revue Française d' Aquariologie* 21: 5-10.
- COSTA, W. J. E. M.; A. L. F. CYRINO & D. T. B. NIELSEN. 1996. Description d'une nouvelle espèce de poisson du genre *Simpsonichthys* (Cyprinodontiformes: Rivulidae) du bassin du rio São Francisco, Brésil. *Revue Française d' Aquariologie* 23: 17-20.
- COSTA, W. J. E. M.; D. T. B. NIELSEN & A.C. DE LUCA. 2001. Quatro novos rivulídeos anuais do gênero *Simpsonichthys* (Cyprinodontiformes) das bacias dos rios São Francisco e Pardo, Brasil. *Aquarium* 26: 24-31.
- EIGENMANN, C. H. 1914. Some results from studies of South American fishes. IV. New genera and species of South American fishes. *Indiana University Studies* 20: 44-48.
- EIGENMANN, C. H. 1916. On *Apareiodon*, a new genus of characid fishes. *Annals of the Carnegie Museum*. 10: 71-76.
- EIGENMANN, C. H. 1917. *Pimelodella* and *Typhlobagrus*. *Memoirs of the Carnegie Museum*. 7: 229-258.
- ESCHMEYER, W. N. 1998. *Catalog of fishes*. California Academy of Sciences, San Francisco.
- FERRARIS, C. J. JR. & R. P. VARI. 1999. The South American catfish genus *Auchenipterus* Valenciennes, 1840 (Ostariophysi: Siluriformes: Auchenipteridae): monophyly and relationships, with a revisionary study. *Zoological Journal of the Linnean Society* 126: 387-450.
- FINK, W. L. 1993. Revision of the piranha genus *Pygocentrus* (Teleostei, Characiformes). *Copeia* 3: 665-687.

- FONTENELLE, O. 1953. Contribuição para o conhecimento da biologia da curimatá pacu, *Prochilodus argenteus* Spix in Spix & Agassiz (Pisces, Curimatidae, Prochilodontinae). *Revista Brasileira de Biologia* 13: 87-102.
- FOWLER, H. W. 1915. Cold-blooded vertebrates from Florida, the West Indies, Costa Rica, and Eastern Brazil. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 67: 244-269.
- FOWLER, H. W. 1941. A collection of freshwater fishes obtained in Eastern Brazil by Dr. Rodolph Von Ihering. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 93: 123-199.
- GARAVELLO, J. C. 1976. Systematics and geographical distribution of the genus *Parotocinclus* Eigenmann & Eigenmann, 1889 (Ostariophysi, Loricariidae). *Arquivos de Zoologia do Estado de São Paulo* 28: 1-37.
- GARAVELLO, J. C. 1979. *Revisão taxonômica do gênero Leporinus Spix, 1829*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- GARMAN, S. 1913. The Plagiostomia (sharks, skates and rays). *Memoirs of the Museum of Comparative Zoology* 36: 1-515.
- GOMES-FILHO, G. 1999. *Characiformes (Actinopterygii: Ostariophysi) das bacias costeiras do Estado da Paraíba*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.
- GURGEL, J. J. S. & A. G. OLIVEIRA. 1987. Efeitos da introdução de peixes e crustáceos no semi-árido do nordeste brasileiro. *Coleção Mossoroense* 453: 7-32.
- HIGUCHI, H.; H. A. BRITSKI & J. C. GARAVELLO. 1990. *Kalyptodoras bahiensis*, a new genus and species of thorny catfish from northeastern Brazil (Siluriformes: Doradidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters* 1: 219-225.
- IHERING, R. VON. 1907. Diversas especies novas de peixes nemathognathas do Brazil. Notas preliminares. *Revista do Museu Paulista* 1: 13-39.

R.S. Rosa et al.

- IHERING, R. VON. 1911. Algumas espécies novas de peixes d'água doce (Nematognatha) (Corydoras, Plecotsomus, Hemipsilichthys). *Revista do Museu Paulista* 8: 380-404.
- IHERING, R. VON & P. AZEVEDO. 1934. A curimatã dos açudes nordestinos (*Prochilodus argenteus*). *Archivos do Instituto Biológico de São Paulo* 5: 143-1184.
- IHERING, R. VON & P. AZEVEDO. 1936. As piabas dos açudes nordestinos (Characidae, Tetragonopterinae). *Archivos do Instituto Biológico de São Paulo* 7: 75-106.
- KULLANDER, S. O. 1983. *A revision of the South American cichlid genus Cichlasoma (Teleostei: Cichlidae)*. Swedish Museum of Natural History, Stockholm.
- LANGEANI NETO, F. 1996. *Estudo Filogenético e revisão taxonômica da Família Hemiodontidae Boulenger, 1904 (sensu Roberts, 1794) (Ostariophysi, Characiformes)*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- LIMA, F. C. T. de, 2001. *Revisão taxonômica do gênero Brycon Müller & Troschel, 1844, dos rios da América do Sul Cisandina (Pisces, Ostariophysi, Characiformes, Characidae)*. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- LUCENA, C. A. S. 1988. Relações filogenéticas e definição do gênero *Roeboides*, Günther (Ostariophysi; Characiformes; Characidae). *Comunicações do Museu de Ciência e Tecnologia PUCRS, Série Zoológia* 11: 19-59.
- LUCENA, C. A. S., E. H. L. PEREIRA & J. F. P. SILVA. 2002. Comentários sobre a expedição de coleta ao Nordeste do Brasil. *Boletim da Sociedade Brasileira de Ictiologia* 68: 8-10.
- LÜTKEN, C. F. 1875. Characinae novae Brasiliae centralis a clarissimo J. Reinhardt in provincia Minas-Geraes circa oppidulum Lagoa Santa in lacu ejusdem nominis, flumine Rio das Velhas et rivulis affluentibus

- collectae, secundum caracteres essentielles breviter descriptae. *Oversigt over det Kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Forhandlinger*. 1874 (3):127-143.
- MEEES, G. F. 1974. The Auchenipteridae and Pimelodidae of Suriname (Pisces, Nematognathi). *Zoologische Verhandelingen* 132: 1-256.
- MENEZES, N.A. 1988. Implications of the distribution patterns of the species of *Oligosarcus* (Teleostei, Characidae) from central and southern South America. Pp 295-304 in: P.E. Vanzolini & W.R. Heyer (eds.) *Proceedings of a Workshop on Neotropical Distribution Patterns*. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, Brasil.
- MENEZES, N. A. 1996. Methods for assessing freshwater fish diversity. Pp 289-295 in: C. E. M. Bicudo & N. A. Menezes (eds.) *Biodiversity in Brazil: a first approach*. CNPq, São Paulo.
- MENEZES, R. S. 1944. Peixamento dos açudes do nordeste. *O Campo* 15: 2-4.
- MENEZES, R. S. 1973. Recursos pesqueiros da bacia do rio Parnaíba. *Boletim Técnico DNOCS* 31: 51-4.
- MIRANDA-RIBEIRO, A. DE. 1918. Três gêneros e dezessete espécies novas de peixes Brasileiros. *Revista do Museu Paulista* 10: 631-646.
- MIRANDA-RIBEIRO, A. DE. 1937. Sobre uma coleção de vertebrados do nordeste brasileiro. Primeira parte: peixes e batrachios. *O Campo* 8: 54-56.
- MIRANDA-RIBEIRO, P. DE. 1939 Um *Paraotocinclus* do Nordeste Brasileiro (Peixes - Larocaridae - Hypoptopomatinae). *Boletim Biológico São Paulo* 4: 364-365.
- MMA 2002. *Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Caatinga*. Ministério do Meio Ambiente / Secretaria de Biodiversidade e Florestas, Brasília.
- MYERS, G. S. 1952. Annual fishes. *Aquarium Journal* 23: 125-141.

- NIJSSEN, H. & I. J. H. ISBRUCKER 1976. The South American plated catfish genus *Aspidoras* R. Von Ihering, 1907. *Bijdragen tot de Dierkunde* 46: 107-131.
- NIJSSEN, H. & I. J. H. ISBRUCKER 1980. A review of the genus *Corydoras* Lacépède, 1803 (Pisces, Siluriformes, Callichthyidae). *Bijdragen tot de Dierkunde* 50: 190-220.
- OYAKAWA, O. T. 1998. *Relações filogenéticas das famílias Pyrrhulinidae, Lebiasinidae e Erythrinidae (Osteichthyes: Characiformes)*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- PAIVA, M. P. 1978. A ictiofauna e as grandes represas brasileiras. *Revista DAE*, Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo-SABESP. 116: 49-57.
- PAIVA, M. P. 1983. Algumas considerações sobre a fauna da região semi-árida do nordeste brasileiro. *Coleção Mossoroense*, sér. B, 404: 1-31.
- PAIVA, M. P. & CAMPOS, E. 1995. *Fauna do Nordeste do Brasil. Conhecimento científico e popular*. Banco do Nordeste do Brasil, Fortaleza.
- PAPAVERO, N. 1971. *Essays on the history of Neotropical dipterology. Vol. 1*. Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- PAVANELLI, C. S., 1999. *Revisão taxonômica da família Parodontidae (Ostariophysi: Characiformes)*. Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- PETHIYAGODA, R. & M. KOTTELAT. 1998. *Fishes of Brazil. An aid to the study of J. B. Spix and L. Agassiz (1829-21) Selecta genera et species piscium Brasiliensium including an English translation of the text by V. L. Wirasinha and reproduction of all illustrations*. WHT Publications Limited, Colombo, Sri Lanka.
- DE PINNA, M. C. C. 1992. A new subfamily of Trichomycteridae, lower loriciarioid relationships, and a discussion on the impact of additional taxa

- for phylogenetic analysis (Teleostei, Siluriformes). *Zoological Journal of the Linnean Society* 106: 175-229.
- PLOEG, A. 1991. *Revision of the South American cichlid genus Crenicichla Heckel, 1840, with descriptions of fifteen new species and considerations on species groups, phylogeny and biogeography*. Academisch Proefschrift, Universiteit van Amsterdam, Amsterdam.
- PORTUGAL, L. P. S., 1990. *Revisão sistemática do gênero Triportheus Cope (Teleostei, Characiformes, Characidae)*. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- PROBIO. 2000. *Seminário sobre Avaliação e Identificação de Ações Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade do Bioma Caatinga*. Http: // www.biodiversitas.org/caatinga.
- REINHARDT, J. T. 1851. Nye sydamerikanske Ferskvandsfiske. *Videnskabelige Meddelelser fra Dansk Naturhistorisk Forening. Kjobenhavn*. 1849: 29-57.
- REIS, R. E. 1989. Systematics revision of the neotropical characid subfamily Stethaprioninae (Pisces, Characiformes). *Comunicações do Museu de Ciências PUCRS, Série Zoológica* 2: 3-86.
- ROSA, R. S. 1985. *A systematic revision of the South American freshwater stingrays (Chondrichthyes: Potamotrygonidae)*. Tese de Doutorado, College of William and Mary, Williamsburg, Virginia.
- ROSA, R. S. & MENEZES, N. A. 1996. Relação preliminar das espécies de peixes (Pisces: Elasmobranchii e Actinopterygii) ameaçadas no Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 13: 647-667.
- ROSA, R. S. & F. GROTH. (no prelo). Ictiofauna dos Ecossistemas de Brejos de Altitude de Pernambuco e Paraíba. In K. C. Porto & M. Tabarelli (eds.) *Brejos de altitude: história natural, ecologia e conservação*. Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- SCHAEFER, S. A. 1997. The Neotropical cascudinhos: Systematics and biogeography of *Otocinclus* catfishes (Siluriformes: Loricariidae).

R.S. Rosa et al.

- Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 148: 1-120.
- SOARES, R. R. 1987. Dados preliminares sobre a composição da ictiofauna da bacia do Rio Parnaíba. *Anais da Sociedade Nordestina de Zoologia* 1: 167-171.
- STARKS, E. C. 1913. *The fishes of the Stanford Expedition to Brazil*. Leland Stanford Junior University Publications, Stanford.
- STEINDACHNER, F. 1906. Ueber zwei neue *Corydoras* -Arten aus dem Parnahyba und Parahimflusse im Staate Piauhy. *Anzeiger der Akademie der Wissenschaften Wien* 43: 478-480.
- STEINDACHNER, F. 1915. Ichthyologische Beiträge (XVIII). *Anzeiger der Akademie der Wissenschaften Wien*. 52: 346-349.
- TRAJANO, E. & M. C. C. DE PINNA. 1996. A new cave species of *Trichomycterus* from eastern Brazil (Siluriformes, Trichomycteridae). *Revue Française d'Aquariologie* 23: 85-90.
- TRAVASSOS H. 1960. Catálogo dos peixes do vale do Rio São Francisco. *Boletim da Sociedade Cearense de Agronomia* 1: 1-66.
- VARI, R. P. 1988. The Curimatidae, a lowland Neotropical fish family (Pisces: Characiformes); distribution, endemism, and phylogenetic biogeography. Pp. 313-348. in: P. E. Vanzolini & W. R. Heyer (eds.) *Proceedings of a Workshop on Neotropical distribution patterns*. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, Brasil.
- VARI, R. P. 1989. Systematics of the Neotropical Characiform Genus *Psectrogaster* Eigenmann and Eigenmann (Pisces, Characiformes). *Smithsonian Contributions to Zoology* 481: 1-41.
- VARI, R. P. 1991. Systematics of the Neotropical characiform genus *Steindachnerina* Fowler (Pisces: Ostariophysi). *Smithsonian Contributions to Zoology* 507: 1-118.
- VARI, R. P. 1992. Systematics of the Neotropical Characiform genus *Curimatella* Eigenmann and Eigenmann (Pisces: Ostariophysi), with Summary

- Comments on the Curimatidae. *Smithsonian Contributions to Zoology* 533: 1-47.
- VARI, R. P. & A. S. HAROLD. 2001. Phylogenetic Study of the Neotropical Fish Genera *Creagrutus* Günther and *Piabina* Reinhardt (Teleostei: Ostariophysi: Characiformes), with a Revision of Cis-Andean Species. *Smithsonian Contributions to Zoology* 613: 1-238.
- VELLOSO, A. L., E. V. S. B. SAMPAIO & F. G. C. PAREYN. 2001. *Ecorregiões, propostas para o bioma Caatinga*. Associação Plantas do Nordeste; Instituto de Conservação Ambiental; The Nature Conservancy do Brasil, Recife.
- WALSH, S. J., 1990. *A systematic revision of the neotropical catfish family Ageneiosidae (Teleostei: Ostariophysi: Siluriformes)*. Tese de Doutorado, University of Florida, Gainesville.
- WEBER, C. 1992. Revision du genre *Pterygoplichthys* sensu lato (Pisces, Siluriformes, Loricariidae). *Revue française d'Aquariologie* 19: 1-36.
- WEITZMAN, S. H. 1964. One new species and two redescrptions of catfishes of the South American callichthyid genus *Corydoras*. *Proceedings of the United States National Museum* 116: 115-126.

Apêndice. Relação das espécies de peixes de água doce que ocorrem na Caatinga, em ordem sistemática de ordens e famílias. Na coluna **distribuição**, os algarismos de **1 a 4** estão indicam respectivamente as ecorregiões **(1) Maranhão-Piauí, (2) Nordeste Médio-Oriental, (3) São Francisco, e (4) Bacias do Leste**; a letra **E** indica que a espécie é possivelmente endêmica da ecorregião ou ecorregiões assinaladas; **F** indica que a espécie ocorre também fora da Caatinga; e **I** indica que a espécie foi introduzida em uma ou mais ecorregiões da Caatinga.

Táxon	Distribuição
MYLIOBATIFORMES	
POTAMOTRYGONIDAE	
<i>Potamotrygon signata</i> Garman, 1913	1 E
CLUPEIFORMES	
ENGRAULIDAE	
<i>Anchoviella vaillanti</i> (Steindachner, 1908)	3 E
CHARACIFORMES	
PARODONTIDAE	
<i>Apareiodon davisii</i> Fowler, 1941	2 E
<i>Apareiodon hasemani</i> Eigenmann, 1919	3 E
<i>Apareiodon itapicuruensis</i> Eigenmann & Henn, 1916	4 E
<i>Apareiodon piracicabae</i> (Eigenmann, 1907)	3 F
<i>Parodon hilarii</i> Reinhardt, 1867	3 E
HEMIODONTIDAE	
<i>Hemiodus argenteus</i> Pellegrin, 1908	1 F
<i>Hemiodus parnaguae</i> Eigenmann & Henn, 1916	1, 2 E
CURIMATIDAE	
<i>Curimata macrops</i> (Eigenmann & Eigenmann, 1889)	1 E
<i>Curimatella lepidura</i> (Eigenmann & Eigenmann, 889)	2, 3 E
<i>Psectrogaster rhomboides</i> Eigenmann & Eigenmann, 1889	1, 2 E
<i>Psectrogaster saguiru</i> (Fowler, 1941)	2 E
<i>Steindachnerina elegans</i> (Steindachner, 1874)	3, 4 F
<i>Steindachnerina notonota</i> (Ribeiro, 1937)	1, 2 E
PROCHILODONTIDAE	
<i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, 1829	3 E
<i>Prochilodus brevis</i> Steindachner, 1874	2, 4 E
<i>Prochilodus costatus</i> Valenciennes, 1850	3 E
<i>Prochilodus lacustris</i> Steindachner, 1907	1 E
ANOSTOMIDAE	
<i>Leporellus vittatus</i> , (Valenciennes, 1850)	3 F
<i>Leporinus friderici</i> (Bloch, 1794)	1 F

3. Peixes da Caatinga

Táxon	Distribuição
<i>Leporinus bahiensis</i> Steindachner, 1875	3 E
<i>Leporinus melanopleura</i> Günther, 1864	2, 3 E
<i>Leporinus obtusidens</i> (Valenciennes, 1847)	2 (I), 3 F
<i>Leporinus piau</i> Fowler, 1941	1, 2, 3 E
<i>Leporinus reinhardti</i> Lütken, 1874	3 E
<i>Leporinus taeniatus</i> Lütken, 1874	3 E
<i>Schizodon dissimilis</i> (Garman, 1890)	1 E
<i>Schizodon fasciatus</i> Spix & Agassiz, 1829	1, 2 F
<i>Schizodon knerii</i> (Steindachner, 1875)	3 E
ERYTHRINIDAE	
<i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i> (Spix & Agassiz, 1829)	1, 2, 3, 4 F
<i>Hoplias brasiliensis</i> Spix & Agassiz, 1829	4 E
<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794)	1, 2, 3 F
CHARACIDAE	
<i>Astyanax bimaculatus</i> (Linnaeus, 1758)	1, 2, 3, 4 F
<i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819)	2, 3, 4 F
<i>Brachychalcinus parnaibae</i> Reis, 1989	1 E
<i>Brycon nattereri</i> Günther, 1864	3 F
<i>Brycon orthotaenia</i> Günther, 1854	3 E
<i>Bryconamericus victoriae</i> (Steindachner, 1907)	1 E
<i>Bryconops affinis</i> (Günther, 1864)	3 F
<i>Bryconops melanurus</i> (Bloch, 1794)	1 F
<i>Colossoma macropomum</i> (Cuvier, 1818)	2 I
<i>Compsura heterura</i> Eigenmann, 1915	2, 3, 4 E
<i>Ctenobrycon hauxwellianus</i> (Cope, 1870)	1 F
<i>Galeocharax gulo</i> (Cope, 1864)	3 F
<i>Gymnocorymbus thayeri</i> Eigenmann, 1908	1 F
<i>Hasemania nana</i> (Lütken, 1875)	3 E
<i>Hemigrammus brevis</i> Ellis, 1911	2, 3 E
<i>Hemigrammus marginatus</i> Ellis, 1911	2, 3, 4 F
<i>Hyphessobrycon micropterus</i> (Eigenmann, 1915)	3 E
<i>Hyphessobrycon negodagua</i> Lima & Gerhard, 2001	4 E
<i>Hyphessobrycon piabinhas</i> Fowler, 1941	2 E
<i>Metynnis lippincottianus</i> (Cope, 1870)	1 F
<i>Metynnis orbicularis</i> (Steindachner, 1908)	1 F
<i>Metynnis roosevelti</i> Eigenmann, 1915	2 F
<i>Moenkhausia costae</i> (Steindachner, 1907)	2, 3 E
<i>Moenkhausia dichroua</i> (Kner, 1858)	1 F
<i>Moenkhausia lepidura</i> (Kner, 1859)	1, 2 F
<i>Moenkhausia sanctaefilomenae</i> Steindachner, 1907)	1 F
<i>Myleus asterias</i> (Müller & Troschel, 1844)	1 F

Táxon	Distribuição
<i>Mylossoma aureum</i> Spix & Agassiz, 1829	1 F
<i>Orthospinus franciscensis</i> (Eigenmann, 1914)	3 E
<i>Phenacogaster calverti</i> (Fowler, 1941)	2 E
<i>Phenacogaster franciscoensis</i> Eigenmann, 1911	3 E
<i>Piabina argentea</i> Reinhardt, 1867	3, 4 F
<i>Poptella compressa</i> (Günther, 1864)	1 F
<i>Pristobrycon striolatus</i> Steindachner, 1908	2 F
<i>Psellogrammus kennedyi</i> Eigenmann & Kennedy, 1903	2, 3 F
<i>Pygocentrus nattereri</i> (Kner, 1858)	1, 2 F
<i>Pygocentrus piraya</i> (Cuvier, 1819)	2, 3 E
<i>Roeboides microlepis</i> (Reinhardt, 1851)	1, 2 F
<i>Roeboides prognathus</i> (Boulenger, 1895)	1 F
<i>Roeboides xenodon</i> (Reinhardt, 1849)	3 E
<i>Salminus hilarii</i> Valenciennes, 1850	2, 3 F
<i>Salminus brasiliensis</i> (Cuvier, 1816)	3 E
<i>Serrapinnus heterodon</i> (Eigenmann, 1915)	1, 2, 3 F
<i>Serrapinnus piaba</i> (Lütken, 1874)	1, 2, 3 F
<i>Serrapinnus</i> sp (<i>Cheirodon insignis</i> , Starks, 1913)	2 E
<i>Serrasalmus brandtii</i> Lütken, 1875	2, 3 E
<i>Serrasalmus rhombeus</i> (Linnaeus, 1766)	1, 2 F
<i>Tetragonopterus argenteus</i> Cuvier, 1816	1, 2 F
<i>Tetragonopterus chalceus</i> Spix & Agassiz, 1829	3 F
<i>Triportheus guentheri</i> (Garman, 1890)	3 E
<i>Triportheus signatus</i> (Garman, 1890)	1, 2 E
ACESTRORHYNCHIDAE	
<i>Acestrorhynchus britskii</i> Menezes, 1969	3 E
<i>Acestrorhynchus falcatus</i> (Bloch, 1794)	1 F
<i>Acestrorhynchus lacustris</i> (Lütken, 1875)	3 F
CRENUCHIDAE	
<i>Characidium bimaculatum</i> Fowler, 1941	2 E
<i>Characidium</i> aff. <i>zebra</i> Eigenmann, 1909	3 F
SILURIFORMES	
DORADIDAE	
<i>Franciscodoras marmoratus</i> (Lütken, 1874)	3 E
<i>Hassar afinnis</i> (Steindachner, 1881)	1 F
<i>Hassar orestis</i> (Steindachner, 1875)	1 F
<i>Kalyptodoras bahiensis</i> Higuchi, Britski & Garavello, 1990	4 E
<i>Platydoras costatus</i> (Linnaeus, 1758)	1 F
AUCHENIPTERIDAE	
<i>Auchenipterus menezesi</i> Ferraris & Vari, 1999	1 E
<i>Parauchenipterus galeatus</i> (Linnaeus, 1766)	1, 2, 3, 4 F

3. Peixes da Caatinga

Táxon	Distribuição
<i>Parauchenipterus striatulus</i> (Steindachner, 1877)	2, 3 F
<i>Pseudauchenipterus flavescens</i> (Eigenmann. & igenmann, 1888)	3 E
<i>Pseudotatia parva</i> Mees, 1974	3 E
<i>Trachelyopterus striatulus</i> (Steindachner, 1877)	2,3 E
PIMELODIDAE	
<i>Bergiaria westermanni</i> Lütken, 1874)	3 E
<i>Brachyplatystoma filamentosum</i> (Lichteinstein, 1819)	1 F
<i>Brachyplatystoma vaillantii</i> (Valenciennes, 1840)	1 F
<i>Conorhynchus conirostris</i> (Valenciennes, 1840)	3 E
<i>Conorhynchus glaber</i> Steindachner, 1876	4 E
<i>Duopalatinus emarginatus</i> (Valenciennes, 1840)	3 E
<i>Hemisorubim platyrhynchus</i> (Valenciennes, 1840)	1 F
<i>Pimelodella cristata</i> (Müller & Troschel, 1848)	1 F
<i>Pimelodella dorseyi</i> Fowler, 1941	2 E
<i>Pimelodella enochi</i> Fowler, 1941	2 E
<i>Pimelodella gracilis</i> (Valenciennes, 1847)	2 F
<i>Pimelodella itapicuruensis</i> Eigenmann, 1917	4 E
<i>Pimelodella lateristriga</i> (Müller & Troschel, 1849)	3 F
<i>Pimelodella laurenti</i> Fowler, 1941	3 E
<i>Pimelodella parnahybae</i> Fowler, 1941	1 E
<i>Pimelodella vittata</i> (Lütken, 1874)	3 F
<i>Pimelodella witmeri</i> Fowler, 1941	2 E
<i>Pimelodus blochii</i> (Valenciennes, 1840)	1 F
<i>Pimelodus fur</i> (Lütken, 1874)	3 F
<i>Pimelodus maculatus</i> Lacépède, 1803	1, 3 F
<i>Pimelodus ornatus</i> Kner, 1858	1 F
<i>Pseudoplatystoma coruscans</i> (Spix & Agassiz, 1829)	3 F
<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i> (Linnaeus, 1766)	1 F
<i>Rhamdella papariae</i> Fowler, 1941	2 E
<i>Rhamdella robinsoni</i> Fowler, 1941	3 E
<i>Rhamdia quelen</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	1, 2, 3, 4 F
<i>Rhamdia wolfi</i> (Fowler, 1941)	2 E
<i>Sorubim lima</i> (Bloch & Schneider, 1801)	1 F
PSEUDOPIMELODIDAE	
<i>Cephalosilurus fowleri</i> Haseman, 1911	3 E
<i>Lophiosilurus alexandri</i> Steindachner, 1876	3 E
<i>Pseudopimelodus charus</i> (Valenciennes, 1840)	3 E
AGENEIOSIDAE	
<i>Ageneiosus brevifilis</i> Valenciennes, 1840	1 F
<i>Ageneiosus ucayalensis</i> Castelnau, 1855	1 F
ASPRENIDINAE	

Táxon	Distribuição
<i>Aspredo aspredo</i> (Linnaeus, 1758)	1 F
TRICHOMYCTERIDAE	
<i>Copionodon orthiocarinatus</i> de Pinna, 1992	4 E
<i>Copionodon pecten</i> de Pinna, 1992	4 E
<i>Glaphyropoma rodriguesi</i> De Pinna, 1992	4 E
<i>Trichomycterus itacarambiensis</i> Trajano & De Pinna, 1996	3 E
CALLICHTHYIDAE	
<i>Aspidoras carvalhoi</i> Nijssen & Isbrücker, 1976	2 E
<i>Aspidoras depinnai</i> Britto, 2000	2 E
<i>Aspidoras maculosus</i> Nijssen & Isbrücker, 1976	4 E
<i>Aspidoras menezesi</i> Nijssen & Isbrücker, 1976	2 E
<i>Aspidoras raimundi</i> (Steindachner, 1907)	1 E
<i>Aspidoras rochai</i> Ihering, 1907	2 E
<i>Aspidoras spilotus</i> Nijssen & Isbrücker, 1976	2 E
<i>Callichthys callichthys</i> Meuschen, 1778	1, 2, 3, 4 F
<i>Corydoras garbei</i> Ihering, 1911	3 E
<i>Corydoras julii</i> Steindachner, 1906	1 E
<i>Corydoras multimaculatus</i> Steindachner, 1907	3 E
<i>Corydoras polystictus</i> Regan, 1912	3 F
<i>Corydoras treitlii</i> Steindachner, 1906	1 E
<i>Megalechis personata</i> (Ranzani, 1841)	2 F
<i>Megalechis thoracata</i> (Valenciennes, 1840)	1(?), 2 F
LORICARIIDAE	
<i>Ancistrus damasceni</i> (Steindachner, 1907)	1 E
<i>Glyptoperichthys parnaibae</i> Weber, 1991	1 E
<i>Hypostomus alatus</i> Castelnau, 1855	3 F
<i>Hypostomus auroguttatus</i> Kner, 1854	1, 3 F
<i>Hypostomus carvalhoi</i> (Ribeiro, 1937)	2 E
<i>Hypostomus commersoni</i> Valenciennes, 1836	3 F
<i>Hypostomus francisci</i> (Lütken, 1874)	3 E
<i>Hypostomus garmani</i> (Regan, 1904)	3 F
<i>Hypostomus gomesi</i> (Fowler, 1942)	2 E
<i>Hypostomus jaguribensis</i> (Fowler, 1915)	2 E
<i>Hypostomus nudiventris</i> (Fowler, 1941)	2 E
<i>Hypostomus papariae</i> (Fowler, 1941)	2 E
<i>Hypostomus plecostomus</i> (Linnaeus, 1758)	1 F
<i>Hypostomus pusarum</i> (Starks, 1913)	2 E
<i>Hypostomus wuchereri</i> (Günther, 1864)	3 F
<i>Lasiancistrus genisetiger</i> (Fowler, 1941)	2 E
<i>Lasiancistrus papariae</i> (Fowler, 1941)	2 E
<i>Limatulichthys punctatus</i> (Regan, 1904)	1 F

Táxon	Distribuição
<i>Loricaria nudiventris</i> Valenciennes, 1840	3 F
<i>Loricaria parnahybae</i> Steindachner, 1907	1 E
<i>Loricariichthys derbyi</i> Fowler, 1915	1, 2 E
<i>Loricariichthys maculatus</i> (Bloch, 1794)	1 F
<i>Otocinclus hasemani</i> Steindachner, 1915	1 F
<i>Otocinclus xakriaba</i> Schaefer, 1997	3 E
<i>Parotocinclus bahiensis</i> (Ribeiro, 1918)	4 E
<i>Parotocinclus cearensis</i> Garavello, 1976	2 E
<i>Parotocinclus cesarpintoi</i> Garavello, 1976	2 E
<i>Parotocinclus haroldoi</i> Garavello, 1988	1 E
<i>Parotocinclus jimi</i> Garavello, 1976	4 E
<i>Parotocinclus minutus</i> Garavello, 1976	4 E
<i>Parotocinclus spilosoma</i> (Fowler, 1941)	2 E
<i>Parotocinclus spilurus</i> (Fowler, 1941)	2 E
<i>Pterygoplichthys etentaculatus</i> (Agassiz, 1829)	3 E
GYMNOTIFORMES	
STERNOPYGIDAE	
<i>Eigenmannia microstomus</i> (Reinhardt, 1852)	3 E
<i>Eigenmannia virescens</i> (Valenciennes, 1842)	1, 2, 3 F
<i>Sternopygus macrurus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	1, 3 F
APTERONOTIDAE	
<i>Apteronotus brasiliensis</i> (Reinhardt, 1852)	3 F
RHAMPHICHTHYIDAE	
<i>Rhamphichthys rostratus</i> (Linnaeus, 1766)	1 F
GYMNOTIDAE	
<i>Gymnotus carapo</i> Linnaeus, 1758	1, 2, 3 F
CYPRINODONTIFORMES	
RIVULIDAE	
<i>Cynolebias albipunctatus</i> Costa & Brasil, 1991	3 E
<i>Cynolebias altus</i> Costa, 2001	3 E
<i>Cynolebias attenuatus</i> Costa, 2001	3 E
<i>Cynolebias gibbus</i> Costa, 2001	3 E
<i>Cynolebias gilbertoi</i> Costa, 1998	3 E
<i>Cynolebias itapicuruensis</i> Costa, 2001	4 E
<i>Cynolebias leptocephalus</i> Costa & Brasil, 1993	3 E
<i>Cynolebias microphthalmus</i> Costa & Brasil, 1995	2 E
<i>Cynolebias perforatus</i> Costa & Brasil, 1991	3 E
<i>Cynolebias porosus</i> Steindachner, 1876	3 E
<i>Cynolebias vazabarrisensis</i> Costa, 2001	4 E
<i>Rivulus decoratus</i> Costa, 1989	3 E
<i>Simpsonichthys adornatus</i> Costa, 2000	3 E

Táxon	Distribuição
<i>Simpsonichthys antenori</i> (Tulipano, 1973)	2 E
<i>Simpsonichthys flavicaudatus</i> (Costa & Brasil, 1990)	3 E
<i>Simpsonichthys fulminantis</i> Costa & Brasil, 1993	3 E
<i>Simpsonichthys ghisolfii</i> Costa, Cyrino & Nielsen, 1996	3 E
<i>Simpsonichthys hellneri</i> (Berkenkamp, 1993)	3 E
<i>Simpsonichthys igneus</i> Costa, 2000	3 E
<i>Simpsonichthys magnificus</i> (Costa & Brasil, 1991)	3 E
<i>Simpsonichthys ocellatus</i> Costa, Nielsen & De Luca, 2001	4 E
<i>Simpsonichthys picturatus</i> Costa, 2000	3 E
<i>Simpsonichthys similis</i> Costa & Hellner, 1999	3 E
<i>Simpsonichthys stellatus</i> (Costa & Brasil, 1994)	3 E
POECILIIDAE	
<i>Poecilia latipinna</i> (Lesueur, 1821)	3 I
<i>Poecilia hollandi</i> (Henn, 1916)	3 F
<i>Poecilia reticulata</i> Peters, 1860	1, 2 I
<i>Poecilia vivipara</i> Bloch & Schneider, 1801	2, 3 F
SYNBRANCHIFORMES	
SYNBRANCHIDAE	
<i>Synbranchius marmoratus</i> Bloch, 1795	1, 2, 3 F
PERCIFORMES	
SCIAENIDAE	
<i>Pachyurus francisci</i> (Cuvier, 1830)	3 E
<i>Pachyurus squamipinnis</i> Agassiz, 1831	3 E
<i>Plagioscion squamosissimus</i> (Heckel, 1840)	1, 3 I
CICHLIDAE	
<i>Aequidens tetramerus</i> (Heckel, 1840)	1 F
<i>Apistogramma agassizi</i> (Steindachner, 1875)	1 F
<i>Apistogramma piauensis</i> Kullander, 1980	1 E
<i>Astronotus ocellatus</i> (Agassiz, 1831)	2, 3 I
<i>Caenotropus labyrinthicu</i> (Kner, 1858)	1 F
<i>Cichla monoculus</i> Spix & Agassiz, 1831	2, 3 I
<i>Cichla ocellaris</i> Bloch & Schneider, 1801	2 I
<i>Cichlasoma orientale</i> Kullander, 1983	1 (?), 2 E
<i>Cichlasoma sanctifranciscence</i> Kullander 1983	1 (?), 3 E
<i>Crenicichla menezesi</i> Ploeg, 1991	1, 2, 4 F
<i>Geophagus brasiliensis</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	1, 2, 3, 4 F
<i>Geophagus surinamensis</i> (Bloch, 1791)	1 F
<i>Oreochromis cf. niloticus</i> (Linnaeus, 1758)	2 I
<i>Tilapia rendalli</i> (Boulenger, 1897)	3 I
GOBIIDAE	
<i>Awaous tajasica</i> (Lichtenstein, 1822)	2 F

3. Peixes da Caatinga

HERPETOFAUNA DA CAATINGA

Miguel Trefaut Rodrigues

Introdução

Durante algum tempo, também entre herpetólogos, prevaleceu a idéia de que a Caatinga não tinha fauna própria (Vanzolini 1974, 1976, 1988, Mares *et al.* 1981). Admitia-se que os répteis ali encontrados eram os mesmos que ocorriam no grande cinturão diagonal de formações abertas que se estende do Chaco ao nordeste brasileiro, passando pelo Cerrado (Vanzolini 1974, 1976). Hoje reconhecemos que foi uma visão apressada, baseada em coleções pouco representativas, em amostragem geográfica insuficiente, má cobertura dos ecossistemas adjacentes e, especialmente, num conceito de Caatinga que, embora prevaleça e seja útil, não encerra a informação histórica necessária para compreender a evolução da fauna do espaço geográfico em foco.

Dispondo de mais informação, sabemos agora que há endemismos na Caatinga, e que estes, deixando de lado aqueles restritos a ambientes florestados, estão geralmente associados a regiões com solos arenosos (Rodrigues 1984b, 1987, 1988). Sabemos também que, em alguns destes solos arenosos, provavelmente viveram répteis e anfíbios sob climas e em paisagens que hoje nada têm a ver com as que caracterizam a Caatinga. *Tropidurus hygomi* é um lagarto que, embora sem estar associado à Caatinga, serve para ilustrar um de tais exemplos. Além de ocorrer nas dunas e restingas da costa, entre Salvador e a

margem sul do rio São Francisco, a espécie é encontrada, disjuntamente, em manchas de areia da serra de Itabaiana, em Sergipe, e na região de Alagoinhas, na Bahia (Rodrigues 1988, Ramos & Denisson 1997). Na primeira localidade, praticamente dentro do domínio das Caatingas. Ao contrário de *Tropidurus hygomi* que, embora vivendo em enclaves de areias na margem da Caatinga, é considerado um lagarto de restinga, outras espécies, endêmicas, disjuntas, fiéis a seus habitats arenosos, permanecem encravadas na área central do domínio. Estes padrões atípicos, reunindo espécies com distribuições tão peculiares, devem-se provavelmente a causas climáticas e só podem ser comprovados após intenso trabalho de campo.

O que dizer de espécies conhecidas de uma ou de poucas localidades do nordeste, ainda que de áreas fisionomicamente caracterizadas como caatinga? Serão endêmicas? Podemos fazer algumas considerações quanto aos lagartos, mas ainda há pouco a dizer no tocante às serpentes e aos anfíbios, pois, de modo geral, falta-nos informação ecológica e geográfica para alimentar a discussão.

Tentar compreender a história, a ecologia e a evolução da fauna de qualquer área exige um acervo mínimo de conhecimento sobre sua história geomorfológica e florística. A Caatinga, como os demais ecossistemas, não foge à regra. Isto, porque sua fauna e flora resultam de complicados processos que levaram à sobreposição de comunidades que viveram em tempos diferentes naquele espaço geográfico. O que vemos atualmente, atendo-nos apenas à fisionomia da paisagem, resulta de uma história climática e geomorfológica à qual se associaram múltiplos eventos de especiação de plantas de grupos muito diversos. A estes eventos, ocorridos recorrentemente em diferentes épocas, moldando sempre novas comunidades, seguiram-se interações ecológico-evolutivas

entre paisagens resultantes da somatória das expansões e retrações na área de distribuição de espécies. A herpetofauna acompanhou, e foi, muitas vezes, testemunha deste processo.

Desvendar este passado não é tarefa fácil pois, muitos dos fatores historicamente responsáveis pela distribuição atual de algumas espécies, podem não mais estar presentes, isto é, foram completamente apagados pelo tempo. Outros fatores causais, embora modificados, permanecem presentes e, como num “palimpsesto”, ainda mantém algumas de suas características originais, permitindo a reconstrução histórica.

A informação oriunda do estudo da fauna de répteis e anfíbios da Caatinga é fundamental para compreender a história do ecossistema atual. Apesar disso, nosso nível de conhecimento sobre a herpetofauna da Caatinga, por melhor que seja sua posição relativa face à dos demais ecossistemas, é ainda muito insatisfatório. Na tentativa de preencher parte destas lacunas e estimular o planejamento de trabalhos futuros voltados para estas questões, discuto, neste artigo, temas que julgo importantes para a compreensão do cenário evolutivo que hoje presenciamos. Para tal, sirvo-me com maior frequência dos lagartos para exemplificar idéias ou padrões, simplesmente porque a quantidade de informação disponível para eles, seja ela sistemática, ecológica ou geográfica, é maior que para os demais grupos. Sentirei-me plenamente recompensado se a síntese que segue ajudar a mostrar, especialmente ao iniciante, nossa enorme ignorância sobre os processos histórico-ecológicos responsáveis pela diferenciação da fauna de répteis e anfíbios que hoje ocorrem na Caatinga, e a árdua tarefa que temos pela frente.

Face às limitações de espaço, optei por sacrificar a apresentação sobre as informações biológicas de cada espécie para me deter em temas zoogeográficos que, integrando ecologia e

evolução, são menos discutidos. Ainda assim, apresento a informação biológica básica para a herpetofauna da Caatinga sob forma de tabela, e remeto o leitor à literatura para maiores informações, da qual destaco os seguintes trabalhos e referências ali incluídas: Vanzolini *et al.* (1980), Vitt (1983, 1993), Vitt & Vangilder (1983) Rodrigues (1986b), Cascon (1987), e Heyer (1988). As figuras 1 e 2 mostram ambientes e répteis e anfíbios da Caatinga.

A qualidade da cobertura geográfica

Entre os domínios morfoclimáticos brasileiros, o das Caatingas, ocupando uma área aproximada de 800.000 km² é, de modo geral, o mais bem conhecido quanto à sua fauna de répteis e anfíbios. Conhecem-se hoje, de localidades com a feição característica da caatinga semiárida, 47 espécies de lagartos, 10 espécies de anfisbenídeos, 52 espécies de serpentes, quatro quelônios, três Crocodylia, 48 anfíbios anuros e três Gymnophiona (Tabela 1). Se considerássemos as ilhas relictuais de matas, como os brejos florestados e enclaves de outros tipos de paisagens mais méxicas, sem a fãcie típica das Caatingas, estes números aumentariam muito.

Abordarei aqui apenas a fauna associada a localidades estritamente caracterizadas como caatinga, utilizando preferencialmente os dados disponíveis na coleção do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP), complementados secundariamente com informações de outros acervos. Os amplos programas de coleta realizados na Caatinga até o início da década de 80 por P.E. Vanzolini, a permanência de pesquisadores profissionais residentes na área, e as coleções que ali realizei nos últimos vinte anos, tornaram a coleção do MZUSP o mais rico acervo sobre a herpetofauna da região.

4. Herpetofauna da Caatinga

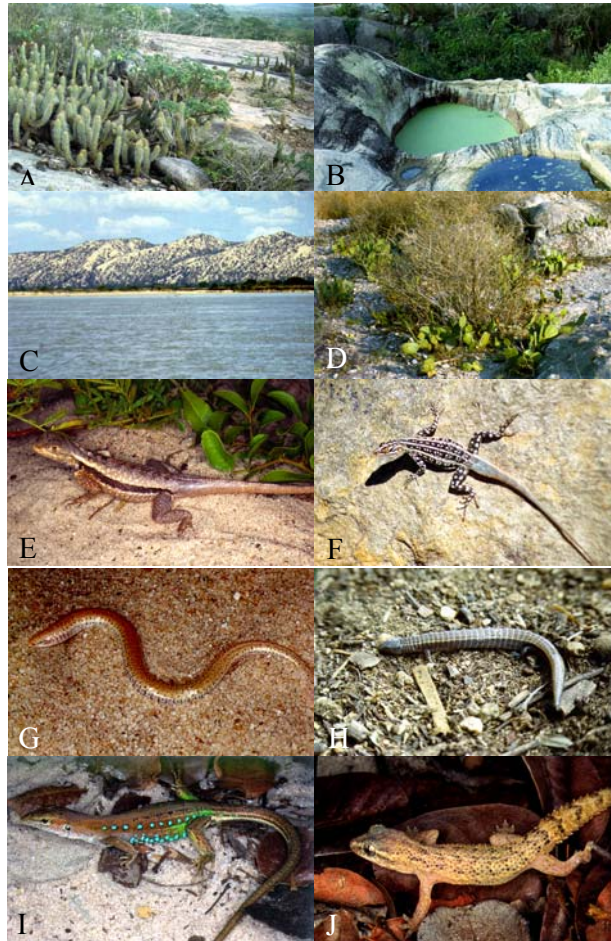


Figura 1. (A) Caatinga de lageiro em Cabaceiras, PB. Habitat de *Tropidurus hispidus*, *T. semitaeniatus*, *Phyllopezus pollicaris*, *P. periosus*, *Hemidactylus agrius* e *Gymnodactylus geckoides*, *Bothrops erythromelas*, *Crotalus durissus*, *Leptodactylus sypfax* e *L. labyrinthicus*. (B) Cacimbas na época da chuva em Cabaceiras. (C) Vista das dunas da margem esquerda do São Francisco em Marrecas. (D) Habitats arenosos em Santo Inácio, BA, margem direita do São Francisco. (E) *Eurolophosaurus amathites*, Santo Inácio. (F) *Tropidurus pinima*, Santo Inácio. (G) *Calyptommatus sinebrachiatus*, Santo Inácio. (H) *Anotosaura vanzolinia*, Cabaceiras. (I) *Cnemidophorus ocellifer*, Santo Inácio. (J) *Briba brasiliana*, Ibiraba, BA.



Figura 2. (A) *Leptotyphlops borapeliotes*, (B) *Apostolepis gaboi*, (C) *Phimophis chui*, Santo Inácio, BA. (D) *Philodryas nattereri*, Barra, BA, foto G. Skuk. (E) *Amphisbaena hastata*, Ibiraba, BA. (F) *Phyllomedusa hypochondrialis*. (G) *Corythomantis greeningi*, (H) *Leptodactylus troglodytes*, serra das Confusões, PI. (I) *Proceratophrys cristiceps*, Curaçá, BA, foto L. Schiesare. (J) *Dermatonotus muelleri*, Curaçá, BA, foto L. Schiesare.

Um levantamento preliminar da coleção, ainda que sem utilizar totalmente os dados da coleção de anfíbios Werner Bokermann, adquirida pelo MZUSP, e ainda não completamente incorporada ao acervo, mostra que existem espécimes documentários de cerca de 150 localidades, assim distribuídas por estado (Tabela 2): Piauí seis; Ceará 18; Rio Grande do Norte sete; Paraíba 19; Pernambuco 27; Alagoas seis e Bahia 53. Não há na coleção registros de répteis e anfíbios para as manchas de caatinga do norte de Minas Gerais.

Olhando com mais detalhe para a amostragem de cada uma destas cerca de 150 localidades verificamos que muito poucas contam com coleções que possam ser consideradas representativas das comunidades de répteis e anfíbios ali presentes na época da coleta. Assim, para o Estado do Piauí, Valença, - aliás, situada em uma área de contato com cerrado - é a localidade melhor amostrada: 19 espécies de serpentes, 15 de lagartos e apenas oito de anfíbios. As cinco demais amostras do Piauí documentam apenas a fauna mais generalista, não ultrapassando três espécies de serpentes, cinco de lagartos e três de anuros por localidade. A situação do Ceará é um pouco melhor se considerarmos a cobertura geral do Estado, mas nenhuma localidade está individualmente tão bem representada em coleções como Valença. A melhor amostragem está na região do Cariri, novamente uma área de transição, agora envolvendo matas e cerrados. De Arajara conhecemos 10 espécies de serpentes, 12 de lagartos e três de anfíbios e de Santana do Cariri, três serpentes, 12 lagartos e 10 anuros. Morro Branco (Beberibe) e Coluna, nas imediações de Justiniano Serpa, são as duas outras localidades melhor amostradas, respectivamente com cinco serpentes e oito lagartos, contra oito e 12; nenhum anuro está representado em coleções daquelas localidades.

Tabela 1. Lista dos répteis e anfíbios das Caatingas acompanhada de informação ecológica e zoogeográfica; as espécies endêmicas estão marcadas com um asterisco (*). Não estão incluídas na lista espécies conhecidas exclusivamente de ambientes florestados na Caatinga. Sob **Categoria ecológica (CE)** as espécies foram enquadradas como: (A) arborícola, (F) fossorial, (Q) aquática, e (T) terrestre. Quanto ao **horário de atividade (HA)** foram consideradas (D) diurnas, ou (N) noturnas. Quanto ao **habitat preferido (HP)**, os Squamata, Testudines e Crocodylia foram atribuídos a uma das seguintes categorias: (B) bromelícola, (Folh) folheda, (G) generalista de habitat, (H) periantrópico, (P) psamófilo, e (S) saxícola. No caso dos anfíbios, face à falta de informação sobre preferência de habitat, indicam-se os seguintes dados reprodutivos: (DD) desenvolvimento direto, (DL) desova em ambientes lênticos, (NE) desova em ninho de espuma, (NF) desova em folha fora da água, (OV) ovíparos e (VV) vivíparos. O **padrão de distribuição (PD)** de cada espécie está, quando possível, enquadrado nas seguintes categorias: (AO) espécies de ampla ocorrência no domínio; (R) espécies cuja distribuição tem caráter relictual; (DSF) espécies cuja distribuição encontra-se restrita à região dos campos de dunas do médio São Francisco e areias adjacentes; (MD) espécies cuja distribuição depende da rede de drenagem.

Taxon	CE	HA	HP	PD
SQUAMATA				
Amphisbaenidae				
<i>Amphisbaena alba</i> Linnaeus, 1758	F	D/N	G	AO
<i>Amphisbaena arenaria</i> * Vanzolini, 1991	F	D/N	P	R
<i>Amphisbaena hastata</i> * Vanzolini, 1991	F	D/N	P	DSF
<i>Amphisbaena ignatiana</i> * Vanzolini, 1991	F	D/N	P	DSF
<i>Amphisbaena frontalis</i> * Vanzolini, 1991	F	D/N	P	DSF
<i>Amphisbaena pretrei</i> Duméril & Bibron, 1839	F	D/N	G	AO

Taxon	CE	HA	HP	PD
<i>Amphisbaena vermicularis</i> Wagler, 1824	F	D/N	G	AO
<i>Amphisbaena</i> sp. n. *	F	D/N	P	DSF
<i>Leposternon polystegum</i> (Duméril, 1851)	F	D/N	P	AO
<i>Leposternon</i> sp.	F	D/N	P	DSF
Anguidae				
<i>Diploglossus lessonae</i> Peracca, 1890	F	D	Folh	R
Teiidae				
<i>Ameiva ameiva</i> (Linnaeus, 1758)	T	D	G	AO
<i>Ameiva</i> sp. n. *	T	D	G	DSF
<i>Cnemidophorus ocellifer</i> (Spix, 1825)	T	D	G	AO
<i>Cnemidophorus</i> sp. n. 1 *	T	D	G	DSF
<i>Cnemidophorus</i> sp. n. 2 *	T	D	G	DSF
<i>Cnemidophorus</i> sp. n. 3 *	T	D	G	DSF
<i>Tupinambis merianae</i> (Duméril & Bibron, 1839)	T	D	G	AO
Gymnophthalmidae				
<i>Anotosaura vanzolinia</i> Dixon, 1974	F	D	Folh	R
<i>Anotosaura collaris</i> Amaral, 1933	F	D	Folh	R
<i>Calyptommatus confusionibus</i> * Rodrigues, Zaher & Curcio, 2001	F	N	P	DSF
<i>Calyptommatus leiolepis</i> * Rodrigues, 1991	F	N	P	DSF
<i>Calyptommatus nicterus</i> * Rodrigues, 1991	F	N	P	DSF
<i>Calyptommatus sinebrachiatus</i> * Rodrigues, 1991	F	N	P	DSF
<i>Colobosaura mentalis</i> Amaral, 1933	F	D	Folh	R
<i>Colobosauroides cearensis</i> Cunha, Lima-Verde & Lima, 1991	F	D	Folh	R

Taxon	CE	HA	HP	PD
<i>Colobosauroides carvalhoi</i> Soares & Caramaschi, 1998	F	D	Folh	R
<i>Micrablepharus maximiliani</i> (Reinhardt & Lütken, 1862)	F	D	Folh	AO
<i>Nothobachia ablephara</i> * Rodrigues, 1984	F	D/N	P	DSF
<i>Procellosaurinus erythrocerus</i> * Rodrigues, 1991	F	D	P	DSF
<i>Procellosaurinus tetradactylus</i> * Rodrigues, 1991	F	D	P	DSF
<i>Psilophthalmus paeminosus</i> * Rodrigues, 1991	F	D	P	DSF
<i>Vanzosaura rubricauda</i> (Boulenger, 1902)	F	D	Folh	AO
Scincidae				
<i>Mabuya heathi</i> Schmidt & Inger, 1951	T	D	B	AO
<i>Mabuya agmosticha</i> * Rodrigues, 2000	T	D	B	R
<i>Mabuya macrorhyncha</i> Hoge, 1946				R
Gekkonidae				
<i>Briba brasiliiana</i> Amaral, 1935	A/T	N	G	AO
<i>Coleodactylus meridionalis</i> (Boulenger, 1888)	T	D	Folh	R
<i>Gymnodactylus geckoides</i> Spix, 1825	T	D	G	AO
<i>Hemidactylus agrius</i> Vanzolini, 1978	T	N	G	R
<i>Hemidactylus mabouia</i> (Moreau de Jonnés, 1818)	T	N	H	AO
<i>Phyllopezus periosus</i> * Rodrigues, 1986	T/A	N	S	R
<i>Phyllopezus pollicaris</i> Spix, 1825	T/A	N	GH	AO
<i>Lygodactylus klugei</i> (Smith, Martin & Swain, 1977)	A	D	G	AO
Iguanidae				
<i>Iguana iguana</i> (Linnaeus, 1758)	A	D	G	AO
Polychrotidae				

Taxon	CE	HA	HP	PD
<i>Polychrus acutirostris</i> Spix, 1825	A	D	G	AO
<i>Enyalius bibroni</i> Boulenger, 1885	T	D	G	R
Tropiduridae				
<i>Eurolophosaurus amathites</i> * (Rodrigues, 1984)	T	D	P	DSF
<i>Eurolophosaurus divaricatus</i> * (Rodrigues, 1986)	T	D	P	DSF
<i>Stenocercus</i> sp.	T	D	?	R
<i>Tropidurus cocorobensis</i> * Rodrigues, 1987	T	D	P	R
<i>Tropidurus erythrocephalus</i> * Rodrigues, 1987	T	D	S	R
<i>Tropidurus helenae</i> * (Manzani & Abe, 1990)	T	D	S	R
<i>Tropidurus hispidus</i> (Spix, 1825)	T	D	G	AO
<i>Tropidurus pinima</i> * (Rodrigues, 1984)	T	D	S	DSF
<i>Tropidurus psammonastes</i> * Rodrigues, Kasahara & Yonenaga-Yassuda, 1988	T	D	P	DSF
<i>Tropidurus semitaeniatus</i> * (Spix, 1825)	T	D	S	AO
Typhlopidae				
<i>Typhlops yonenagae</i> Rodrigues, 1991	F	D/N	P	DSF
<i>Typhlops</i> sp.n.	F	D/N	P	DSF
Leptotyphlopidae				
<i>Leptotyphlops borapeliotes</i> Vanzolini, 1996	F	D/N	G	AO
<i>Leptotyphlops brasiliensis</i> Laurent, 1949	F	D/N	?	?
Boidae				
<i>Boa constrictor</i> Linnaeus, 1758	T/A	N	G	AO
<i>Corallus hortulanus</i> (Linnaeus, 1758)	A	N	G	R
<i>Epicrates cenchria assisi</i> Machado, 1945	T	N	G	AO

Taxon	CE	HA	HP	PD
Colubridae				
<i>Apostolepis arenarius</i> Rodrigues, 1992	F	D/N	P	DSF
<i>Apostolepis cearensis</i> Gomes, 1915	F	D/N	G	?
<i>Apostolepis gaboi</i> Rodrigues, 1992	F	D/N	P	DSF
<i>Apostolepis cf. longicaudata</i>	F	D/N	?	?
<i>Apostolepis</i> sp. n.	F	D/N	P	DSF
<i>Boiruna sertaneja</i> Zaher, 1996	T	D/N	G	AO
<i>Chironius carinatus</i> (Linnaeus, 1758)	A/T	D	G	R
<i>Chironius flavolineatus</i> (Boettger, 1885)	A	D	G	R
<i>Clelia plumbea</i> (Wied, 1820)	T	D/N	G	AO
<i>Drymarchon corais</i> (Boie, 1827)	T	D	G	R
<i>Drymoluber brazili</i> (Gomes, 1918)	T	D	G	R
<i>Erythrolamprus aesculapii</i> (Linnaeus, 1766)	T	D	G	R
<i>Helicops leopardinus</i> (Schlegel, 1837)	Q	D/N	G	MD
<i>Leptodeira annulata</i> (Linnaeus, 1758)	A/T	N	G	AO
<i>Leptophis ahaetulla</i> (Linnaeus, 1758)	A	D	G	AO
<i>Lioheterophis iheringi</i> Amaral, 1935	?	?	?	?
<i>Liophis almadensis</i> (Wagler, 1824)	T	D	G	R
<i>Liophis dilepis</i> (Cope, 1862)	T	D	G	AO
<i>Liophis miliaris</i> (Linnaeus, 1758)	Q/T	D	G	MD
<i>Liophis mossoroensis</i> Hoge & Lima-Verde, 1972	T	D	G	AO
<i>Liophis poecilogyrus</i> (Wied, 1825)	T	D	G	AO
<i>Liophis reginae</i> (Linnaeus, 1758)	T	D	G	R

Taxon	CE	HA	HP	PD
<i>Liophis viridis</i> Günther, 1862	T	D	G	AO
<i>Mastigodryas bifossatus</i> (Raddi, 1820)	T	D	G	R
<i>Oxybelis aeneus</i> (Wagler, 1824)	A	D	G	AO
<i>Oxyrhopus trigeminus</i> Duméril, Bibron & Duméril, 1854	T	N/D	G	AO
<i>Philodryas nattereri</i> Steindachner, 1870	T	D	G	AO
<i>Philodryas olfersi</i> (Lichtenstein, 1826)	A	D	G	AO
<i>Phimophis chui</i> Rodrigues, 1993	F	N/D	P	DSF
<i>Phimophis iglesiasi</i> (Gomes, 1915)	F	N/D	G	R
<i>Phimophis scriptorcibatus</i> Rodrigues, 1993	F	N/D	G	DSF
<i>Pseudoboa nigra</i> Duméril, Bibron & Duméril, 1854	T	N	G	AO
<i>Psomophis joberti</i> (Sauvage, 1884)	T	D	G	R
<i>Sibynomorphus mikanii</i> (Schlegel, 1837)	T/A	N	G	R
<i>Spilotes pullatus</i> (Linnaeus, 1758)	A/T	D	G	AO
<i>Tantilla melanocephala</i> (Linnaeus, 1758)	T/F	D	G	AO
<i>Thamnodynastes pallidus</i> (Linnaeus, 1758)	T/A	N	G	AO
<i>Thamnodynastes strigilis</i> (Thunberg, 1787)	T/A	N	G	AO
<i>Waglerophis merremi</i> (Wagler, 1854)	T	D	G	AO
Elapidae				
<i>Micrurus ibiboboca</i> (Merrem, 1820)	F	N	G	AO
<i>Micrurus lemniscatus</i> (Linnaeus, 1758)	F	N	G	R
Viperidae				
<i>Bothrops erythromelas</i> Amaral, 1923	T	N	G	AO
<i>Bothrops iglesiasi</i> Amaral, 1923	T	N	G	R

Taxon	CE	HA	HP	PD
<i>Bothrops neuwiedii</i> Wagler, 1824	T	N	G	R
<i>Crotalus durissus</i> Linnaeus, 1758	T	N	G	AO
TESTUDINES				
Kinosternidae				
<i>Kinosternon scorpioides</i> (Linnaeus, 1758)	Q	D	G	MD
Testudinidae				
<i>Geochelone carbonaria</i> (Spix, 1824)	T	D	G	AO
Chelidae				
<i>Phrynops geoffroanus</i> (Schweigger, 1812)	Q	D	G	MD
<i>Phrynops tuberculatus</i> (Luederwaldt, 1926)	Q	D	G	MD
CROCODYLIA				
Alligatoridae				
<i>Caiman crocodylus</i> (Linnaeus, 1758)	Q	D/N	G	MD (R)
<i>Caiman latirostris</i> (Daudin, 1802)	Q	D/N	G	MD
<i>Paleosuchus palpebrosus</i> (Cuvier, 1807)	Q	D/N	G	
AMPHIBIA				
Bufonidae				
<i>Bufo granulatus</i> Spix, 1824	T	N	DL	AO
<i>Bufo paracnemis</i> A. Lutz, 1925	T	N	DL	AO
Hylidae				
<i>Corythomantis greeningi</i> Boulenger, 1896	A/T	N	DL	AO
<i>Hyla crepitans</i> Wied, 1824	A	N	DL	AO
<i>Hyla microcephala</i> Cope, 1886	A	N	DL	AO

Taxon	CE	HA	HP	PD
<i>Hyla minuta</i> Peters, 1872	A	N	DL	?
<i>Hyla nana</i> Boulenger, 1889	A	N	DL	AO
<i>Hyla raniceps</i> Cope, 1862	A	N	DL	AO
<i>Hyla soaresi</i> Caramaschi & Jim, 1983	A	N	DL	?
<i>Scinax aurata</i> (Wied, 1821)	A/T	N	DL	AO
<i>Scinax gr. catharinae</i>	A/T	N	DL	AO
<i>Scinax eurydice</i> (Bokermann, 1968)	A/T	N	DL	?
<i>Scinax oliveirai</i> (Bokermann, 1963)	T	N	DL	?
<i>Scinax pachychrus</i> (Miranda-Ribeiro, 1937)	A/T	N	DL	AO
<i>Scinax ruber</i> (Laurenti, 1768)	A/T	N	DL	AO
<i>Scinax x-signatus</i> (Spix, 1824)	A/T	N	DL	AO
<i>Phrynohyas venulosa</i> Laurenti, 1768	A	N	DL	R
<i>Phyllomedusa bahiana</i> A. Lutz, 1925	A	N	NF	R
<i>Phyllomedusa hypochondrialis</i> (Daudin, 1800)	A	N	NF	AO
<i>Trachycephalus atlas</i> Bokermann, 1966	T/A	N	DL	AO
<i>Xenohyla izecksoni</i> Caramaschi, 1998	A	N	DL	?
Leptodactylidae				
<i>Adenomera</i> sp.	T	D	NE	?
<i>Ceratophrys joazeirensis</i> Mercadal, 1986	T	N	DL	?
<i>Eleutherodactylus ramagii</i> (Boulenger, 1888)	T	N	DD	R
<i>Leptodactylus fuscus</i> (Schneider, 1799)	T	N	NE	?
<i>Leptodactylus labyrinthicus</i> (Spix, 1824)	T	N	NE	AO
<i>Leptodactylus latinasus</i> Jiménez de la Espada, 1875	T	N	NE	?

Taxon	CE	HA	HP	PD
<i>Leptodactylus mystaceus</i> (Spix, 1824)	T	N	NE	R
<i>Leptodactylus natalensis</i> Lutz, 1930	T	N	NE	R
<i>Leptodactylus ocellatus</i> (Linnaeus, 1758)	T	N	NE	AO
<i>Leptodactylus podicipinus</i> (Cope, 1862)	T	N	NE	?
<i>Leptodactylus syphax</i> Bokermann, 1969	T	N	NE	?
<i>Leptodactylus troglodytes</i> (Lutz, 1926)	T	N	NE	AO
<i>Odontophrymus carvalhoi</i> Savage & Cei, 1965	T	N	DL	?
<i>Physalaemus albifrons</i> (Spix, 1824)	T	N	NE	AO
<i>Physalaemus centralis</i> Bokermann, 1962	T	N	NE	AO
<i>Physalaemus cicada</i> Bokerman, 1966	T	N	NE	?
<i>Physalaemus cuvieri</i> Fitzinger, 1826	T	N	NE	?
<i>Physalaemus gracilis</i> (Boulenger, 1883)	T	N	NE	?
<i>Physalaemus kroeyeri</i> (Reinhardt & Lütken, 1862)	T	N	NE	?
<i>Pleurodema diplolistris</i> (Peters, 1870)	T	N	NE	AO
<i>Proceratophrys cristiceps</i> (Müller, 1884)	T	N	DL	AO
<i>Pseudopaludicola falcipes</i> (Hensel, 1867)	T	D	NE	AO
<i>Pseudopaludicola mystacalis</i> (Cope, 1887)	T	D	NE	AO
Microhylidae				
<i>Dermatonotus muelleri</i> (Boettger, 1885)	F	N	DL	AO
<i>Elachistocleis piauiensis</i> Caramaschi & Jim, 1983	F	N	DL	?
Pipidae				
<i>Pipa carvalhoi</i> (Miranda-Ribeiro, 1937)	Q	N	DL	AO
Pseudidae				

Taxon	CE	HA	HP	PD
<i>Pseudis bolbodactyla</i> A.Lutz, 1925				
Caecilidae				
<i>Chthonerpeton arii</i> Cascon & Lima-Verde, 1994	Q	D/N	VV	MD
<i>Siphonops paulensis</i> Boettger, 1892	F	D/N	OV	AO
<i>Siphonops annulatus</i> (Mikan, 1820)	F	D/N	OV	AO

Tabela 2. Número de espécies de répteis e anfíbios da Caatinga, por estado e por localidade, nas coleções do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP).

Estado	Coordenadas (S; W)	Serpentes	Lagartos	Anfíbios
Piauí				
Floriano	0647; 4301	0	1	0
Oeiras	0701; 4208	0	1	0
Patos	0702; 3716	0	4	0
Piripirí	0411; 4145	3	5	3
São Raimundo Nonato	0901; 4242	0	5	0
Valença	0624; 4145	19	15	8
Ceará				
Acaraú	-	0	1	0
Arajara	0721; 3924	10	12	3
Barbalha	0719; 3917	2	0	0
Baturité	0423; 3853	5	3	3
Chapada do Araripe	0720; 4000	2	3	0
Chorozinho	0418; 3839	0	1	0
Coluna	0402; 3829	8	12	0
Crato	0714; 3923	2	3	1
Icó	0512; 3917	0	1	0
Itapipoca	0330; 3934	2	4	1
Itapipoca	0330; 3934	2	2	2
Lima Campos		0	0	2
Maranguape	0401; 3852	3	3	6
Morro Branco	0410; 3806	5	8	0
Mulungú	0418; 3900	1	6	0
Pacajús	0411; 3827	7	8	0
Quixadá	0421; 3838	2	0	0
Santana do Cariri	0711; 3944	3	12	10
Rio Grande do Norte				
Angicos	0540; 3636	0	6	8
Ceará- Mirim	0538; 3526	0	0	1
Eduardo Gomes		0	0	1
Maxaranguape	0530; 3516	3	5	4
Mossoró	0512; 3731	0	1	1
Ponta Negra	0557; 3510	0	3	3
Presidente Juscelino	0606; 3542	2	4	0
Paraíba				
Alagoa Grande	0734; 3520	1	0	0
Cabaceiras	0730; 3612	5	16	4

4. Herpetofauna da Caatinga

Estado	Coordenadas (S; W)	Serpentes	Lagartos	Anfíbios
Caiçara	0626; 3529	2	1	0
Campina Grande	0713; 3551	0	2	0
Coremas	0701; 3707	7	5	9
Cruz do Espírito Santo	0708; 3506	1	0	0
Gurinhém	0708; 3527	9	11	8
Joazeirinho	0704; 3635	0	2	0
Junco do Seridó	0700; 3643	3	7	9
Mamanguape	0650; 3507	8	4	6
Mojeiro de Baixo	0717; 3528	0	2	0
Patos	0702; 3716	1	3	0
Piancó	0710; 3756	0	6	0
Santa Luzia	0662; 3656	0	2	0
São José de Espinharas	0650; 3719	4	8	1
São Tomé	0739; 3655	1	0	0
Serra do Teixeira	0712; 3715	1	0	0
Soledade	0704; 3621	0	3	0
Umbuzeiro	0742; 3540	0	4	0
Pernambuco				
Açude dos Tambores	0821; 3630	0	1	0
Agrestina	0837; 3557	6	10	0
Belém do São Francisco	0845; 3858	0	2	0
Bom Conselho	0910; 3641	1	2	3
Carnaubeira	0818; 3845	10	8	1
Caruaru	0816; 3558	0	6	0
Catimbau	0836; 3715	0	2	0
Cruz de Malta	0815; 4020	1	0	0
Custódia	0807; 3739	0	1	0
Encruzilhada	0841; 4007	0	5	0
Exu	0731; 3943	18	16	19
Floresta	0823; 3850	1	1	0
Garanhuns	0854; 3629	0	1	0
Ipubi	0739; 4007	0	1	0
Jatobá	0905; 3812	0	1	0
João Alfredo	0752; 3535	0	3	0
Jutaí	0838; 4014	1	0	0
Limoeiro	0752; 3528	0	2	0
Manicoba	0736; 3945	0	1	0
Ouricuri	0753; 4005	0	2	1
Pesqueira	0821; 3643	0	9	0
Petrolândia	0905; 3818	0	1	0

Estado	Coordenadas (S; W)	Serpentes	Lagartos	Anfibios
Petrolina	0924; 4030	1	1	3
Salgueiro	0804; 3906	0	0	2
Serra dos Cavalos	0821; 3602	3	0	9
Serra Talhada	0759; 3810	1	5	2
Sítio dos Nunes	0802; 3751	0	7	0
Alagoas				
Canoas	0929; 3552	1	0	0
Mangabeiras	0956; 3605	3	0	0
Maninbú	1010; 3622	4	0	1
Maragogí	0901; 3513	3	0	0
Quebrangulo	0920; 3628	8	4	2
Xingó	0924; 3758	10	19	12
Sergipe				
Areia Branca	1046; 3719	3	7	13
Campo do Brito	1045; 3730	4	1	0
Itaporanda d'Ajuda	1059; 3718	1	0	0
Serra de Itabaiana	1042; 3729	1	0	0
Sirirí	1035; 3708	0	1	0
Bahia				
Alagoado	0929; 4121	7	13	0
As Pedras	1036; 4239	0	4	0
Baixa Grande	1157; 4011	1	0	0
Barra	1105; 4309	1	11	0
Barragem de Sobradinho	0926; 4048	0	1	0
Bendengó	0958; 3912	0	1	1
Buritirama	1043; 4338	3	3	1
Caatinga do Moura	1058; 4045	8	8	7
Campo Formoso	1501; 4107	0	1	12
Canudos	0953; 3913	0	1	2
Capão do Jucú	1254; 4141	1	0	3
Caraíba dos Bragas	0939; 4120	1	4	0
Cocorobó	0953; 3902	0	7	10
Coronel João Sá	1017; 3755	0	3	0
Curaçá	0859; 3954	0	5	15
Euclides da Cunha	1031; 3901	0	0	1
Gameleira	1255; 3836	0	1	0
Gentio do Ouro	1106; 4244	0	1	0
Guarajuba	1242; 3806	0	1	0
Iaçu	1245; 4013	1	0	0

4. Herpetofauna da Caatinga

Estado	Coordenadas (S; W)	Serpentes	Lagartos	Anfíbios
Ibiraba	1048; 4250	10	12	4
Igatú	1253; 4129	3	3	1
Iramaia	1222; 4122	0	0	1
Irece	1119; 4152	0	2	0
Itabela	1634; 3924	1	0	0
Itaetê	1259; 4058	1	0	0
Itiuba	1042; 3951	6	6	13
Jacobina	1111; 4030	1	7	2
Jequié	1352; 4006	1	2	5
Jeremoabo	1004; 3821	3	5	8
Juazeiro	0924; 4030	2	1	0
Manga	1128; 4400	0	4	0
Maracujá	1050; 4440	2	1	0
Mocajuba	1209; 4027	1	0	0
Mulungú	0418; 3900	0	2	1
Nova Barra do Tarrachil	0850; 3900	0	4	2
Nova Rodelas	0859; 3848	1	2	0
Nova Soure	1114; 3829	0	4	0
Paulo Afonso	0921; 3815	0	3	2
Pilão Arcado	1009; 4226	0	2	0
Planalto Baiano	1440; 4028	0	5	4
Poções	1432; 4022	0	2	1
Queimadas	1037; 4236	6	13	2
Raso da Catarina	0942; 3831	1	4	6
Santana dos Brejos	1259; 4403	0	1	0
Santo Inácio	1106; 4244	8	16	1
Seabra		1	0	0
Senhor do Bonfim	1027; 4011	5	5	1
Tiquara	1028; 4032	1	0	0
Vacaria	1039; 4237	0	11	1
Vila Nova	1027; 4011	0	2	0
Vitória da Conquista	1451; 4050	1	1	0
Xique-Xique	1050; 4243	0	7	3

No Rio Grande do Norte, Angicos é a localidade mais bem amostrada com seis espécies de lagartos e oito de anuros, seguida de Maxaranguape com três serpentes, cinco lagartos e quatro anuros; das outras cinco localidades, a melhor amostrada quanto aos lagartos está representada por quatro espécies; por duas quanto às serpentes e por três quanto aos anuros.

Das 19 localidades da Paraíba, Cabaceiras e Gurinhém são as melhor amostradas, respectivamente com cinco espécies de serpentes, 16 de lagartos e quatro de anuros e, nove de serpentes, 11 de lagartos e oito de anuros. Coremas e Junco do Seridó, com nove espécies, são as localidades melhor representadas quanto aos anuros, contudo mal representadas quanto às serpentes e lagartos, respectivamente sete e três espécies de serpentes e cinco e sete espécies de lagartos.

Exú é a localidade mais bem amostrada de Pernambuco e de todo o nordeste seco nas coleções do MZUSP: são dali conhecidas 18 espécies de serpentes, 16 de lagartos e 19 de anfíbios anuros. Quanto às serpentes, Carnaubeira e Agrestina seguem Exú com 10 e seis espécies respectivamente; das 24 outras localidades, a mais bem representada tem três espécies documentadas na coleção do MZUSP. Com os lagartos a situação é um pouco melhor: seguem Exú, Agrestina com 10, Pesqueira com nove, Carnaubeira com oito e várias outras localidades de onde cinco a sete espécies tiveram espécimes testemunhos colecionados. A situação dos anfíbios é triste: o maior número de espécies conhecido de uma localidade (nove) está em serra dos Cavalos, das outras 25 localidades a melhor representada (Petrolina) o está por apenas três. Vale mencionar que serra dos Cavalos foi incluída pois, embora majoritariamente sua fisionomia seja a de floresta úmida, enfeixa e se interdiga com fácies de caatinga.

Das seis localidades de Alagoas, as coleções de Xingó são as melhores: 10 espécies de Serpentes; 19 de lagartos e 12 de anuros. A coleção resulta de um empreendimento hidroelétrico e mostra bem a importância de aproveitarmos cientificamente estas ocasiões para maximizar a representação da diversidade biológica local. Não há momento melhor e método mais adequado para amostrar as comunidades de répteis e anfíbios. As coletas realizadas durante a construção da Barragem de Itaparica, cujas coleções foram pulverizadas e não estão no MZUSP, parecem ter permitido a melhor amostragem quanto às serpentes de todo o nordeste: 27 espécies (Silva Jr. & Sites Jr. 1994). Entre lagartos e anfisbenídeos 21 espécies foram apontadas para a área da Barragem; não há dados sobre os anuros. De Alagoas, excetuando Xingó, Quebrangulo é a localidade mais bem amostrada com oito serpentes, quatro lagartos e dois anuros.

Sergipe, tradicionalmente tem sido um Estado mal amostrado. A localidade hoje mais bem representada na coleção é Areia Branca: três serpentes; sete lagartos e 13 anuros. Ainda assim, parte da área envolve a fauna dos ambientes especiais da serra de Itabaiana, como por exemplo, o lagarto *Tropidurus hygomi*, ali presente, mas ausente das caatingas típicas. Muito deste esforço deve-se à residência de Celso Morato no Estado.

Finalmente, existem 53 localidades da Bahia com amostras de répteis e anfíbios nas coleções do MZUSP. Apenas quatro delas estão representadas por mais de sete espécies de serpentes, 10 têm mais de sete espécies de lagartos e para apenas seis há coleções representando sete ou mais espécies de anfíbios. As localidades melhor amostradas estão todas na região das dunas interiores do rio São Francisco, que foram alvo de coletas intensivas recentemente, ou em áreas de transição, como Itiúba (Rodrigues 1996).

Os comentários acima mostram claramente o caráter fortuito da maioria das coleções realizadas. Poucas derivaram de campanhas a longo prazo que procuraram maximizar a representação das comunidades de répteis e anfíbios do local. Geralmente retratam o interesse do especialista que visita uma localidade em uma época propícia para a coleta de um grupo, mas não para outro. O caso dos anfíbios é especialmente crítico (Heyer 1988), especialmente devido à imprevisibilidade das precipitações. Assim, embora de modo muito geral, possamos dizer que o conhecimento que temos da Caatinga pode hoje ser considerado adequado, faltam em coleções amostragens representativas das comunidades de répteis e anfíbios dos diversos ambientes. Um bom exemplo de uma localidade bem trabalhada é Exú, esforço que se deve à residência de Laurie Vitt e sua equipe na região. Podemos dizer o mesmo com relação a áreas que foram alvo recente de empreendimentos hidroelétricos e que, em função do enchimento, permitem um registro temporal das comunidades de répteis e anfíbios locais, superando, conjuntamente, o que poderíamos obter em curto prazo utilizando todas as outras metodologias disponíveis. É portanto indispensável, em empreendimentos hidroelétricos, não só proceder ao aproveitamento científico do material, mas assegurar que este fique depositado em instituições com tradição curatorial reconhecida.

A pouca representatividade de formas subterrâneas, fossoriais e/ou supostamente raras em coleções mostra também que há necessidade imperativa de adequar as metodologias de coleta de modo a maximizar a representação da fauna do local investigado. Até a década passada, as coletas vinham sendo realizadas sem metodologia apropriada. Coletava-se o que se encontrava, com ou sem auxílio da população local, e a qualidade da coleta dependia muito da qualidade e da dedicação do pesquisador. Coletas suplementadas por amostragens maciças com “pitfalls” (armadilhas

de contenção e queda), como as que iniciamos no país há cerca de sete anos, por ocasião do levantamento da fauna do cerrado da serra da Mesa, e muitas vezes repetidas na Amazônia, em várias outras localidades em Cerrado, em Mata Atlântica e em outras áreas revolucionaram o sistema de coleta. O método não é novo e vem descrito em Heyer *et al.* (1994), mas o desenho amostral que empregamos e sua utilização maciça, eram inéditos no Brasil. Este método, sempre acoplado à procura intensiva de exemplares, fez-nos ver que muitas espécies até então consideradas raras, são comuns; outras, até então consideradas ausentes da área, ali ocorrem. Um esquema do desenho que empregamos, utilizado por mim, Nelson Jorge da Silva Jr. e Jack Sites Jr., foi recentemente publicado em Aurichio *et al.* (2002). A tendência atual é realizar levantamentos locais intensivos com pitfalls, suplementados por todas as demais técnicas de coleta de modo a obter registros mais representativos da herpetofauna das áreas visitadas permitindo comparações mais realísticas entre áreas. No caso dos anfíbios, dada a imprevisibilidade das precipitações na Caatinga, é imperativo investir na coleta e nas observações ecológicas nos poucos momentos em que a chuva surpreende o pesquisador no campo. Nestes momentos, é indispensável utilizar os novos métodos de coleta, associando-os sempre aos tradicionais.

Ainda que a qualidade dos levantamentos pontuais tenha melhorado, falta muito a fazer do ponto de vista da cobertura geográfica das coleções. Devemos contar com levantamentos faunísticos de qualidade e com uma representatividade geográfica de amostragens muito mais expressiva do que dispomos atualmente. Esta lacuna é talvez a mais importante a preencher para que possamos definir a partir de bases firmes as áreas prioritárias para a conservação da Caatinga. Esta é, também por esta razão, mas, principalmente, devido à destruição rápida e progressiva das paisagens naturais, a tarefa mais urgente a cumprir. Sem cobertura

geográfica adequada, baseando-nos em amostragens pouco representativas, é impossível, salvo algumas exceções, fazer as opções mais adequadas quanto às alternativas de conservação.

Sabemos, por exemplo, que a mais importante área de endemismo da Caatinga está na região do campo de dunas do rio São Francisco (Rodrigues 1996), caracterizada por gêneros e espécies que não ocorrem em nenhum outro tipo de habitat na região Neotropical. Esta é sem dúvida uma área prioritária para a conservação. Contudo, a descoberta é extremamente recente e deve-se dizer, resulta de levantamentos exaustivos na região. Haverá outras áreas na Caatinga, ainda inexploradas, com importância histórica, ecológica e evolutiva similar?

É possível, mas o problema não pode ser tratado de modo adequado sem antes discutir mais a fundo a qualidade da informação sistemática e ecológica disponível para a herpetofauna da área e o próprio conceito de caatinga que estamos acostumados a empregar.

A qualidade da informação sistemática e ecológica

A tabela 1 mostra a lista das espécies de répteis e anfíbios da Caatinga elaborada para o *Workshop* “Avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade do bioma Caatinga”. Apesar de ser a mais completa que pudemos elaborar, como toda lista faunística ela encerra imprecisões. Três tipos de erros são geralmente considerados: (1) a ausência de espécies que deveriam estar incluídas, (2) a presença de espécies que não deveriam ser consideradas como de caatinga e (3) imprecisões inerentes à insuficiência do conhecimento sistemático. Erros do tipo (1) e (2) geralmente derivam do nosso desconhecimento sobre a ecologia e

distribuição das espécies envolvidas, mas também de nossa ignorância sobre a importância da história fisionômica da paisagem. Exemplifico: entre os anfíbios anuros, a pequena “gia” *Leptodactylus mystaceus* está na lista pois foi obtida em Exú, na caatinga de Pernambuco, na borda da chapada do Araripe, onde também estão presentes florestas e cerrados. O caso de um lagarto geconídeo, a “briba” *Coleodactylus meridionalis*, é um pouco diferente pois entre outras localidades, foi coletado em Alagoado, na caatinga bahiana, onde hoje não há florestas. Sabemos que ambos são animais de florestas que, por alguma razão, vêm conseguindo se manter na caatinga. Desconhecemos as razões, elas podem ser climáticas, de habitat, fisiológicas, comportamentais, históricas ou de outra ordem. Todos temas para investigação futura. As duas espécies integram a lista, mas nenhuma delas deve ser considerada típica de caatinga. O que deve ficar claro é que as listas devem ser também contempladas sob a perspectiva histórica, ou seja, considerando a evolução temporal da paisagem. Vejamos o problema sob outra ótica. Da lista aqui apresentada, como já salientei, foram eliminadas todas as espécies registradas para os brejos nordestinos, desde que apenas conhecidas de ambientes tipicamente florestados. Contudo, pensando na perspectiva do tempo, é provável que um destes brejos florestados venha a se antropizar e ser substituído por paisagens abertas. Sob esta hipótese, poderíamos admitir que uma das espécies de sapos ou lagartos ali presentes viesse a se manter nos ambientes abertos. Só poderíamos inferir esta história passada se dispuséssemos de informação ecológica comparativa para a espécie, caso contrário, poderíamos inadvertidamente tomá-la como animal de caatinga. Voltando ao plano presente, para alguns casos o conhecimento que detemos sobre a ecologia das espécies é suficiente para descartar esta possibilidade, para outros não, especialmente face à fraca cobertura geográfica da área; a situação é particularmente grave no

caso dos anfíbios. A consequência disto é que, na falta de informação ecológica suficiente, podemos também estar considerando na lista da Caatinga espécies que nunca estiveram historicamente associadas a paisagens abertas. O caso do lagarto e da rã comentados acima muito possivelmente exemplificam esta situação. Há outros exemplos, especialmente de espécies associadas a habitats que se interdigitam com a Caatinga. Somente boas coleções baseadas em intenso trabalho de campo eliminarão estes problemas. Esta é também a receita para engrossar a lista de espécies da área.

A imprecisão mais séria da lista é a que deriva da insuficiência de nosso conhecimento sistemático sobre os táxons envolvidos, que muitas vezes também se mantém devido à má amostragem geográfica. Tomo o gênero *Cnemidophorus* como exemplo. Até recentemente *Cnemidophorus ocellifer* era a única espécie do grupo *ocellifer* admitida para a Caatinga e para as áreas abertas do País (Vanzolini 1974). Há muito salientei que o que chamamos *Cnemidophorus ocellifer* era um complexo de várias espécies, algumas inclusive ocorrendo simpátricamente (Rodrigues 1987). Na lista aqui apresentada, além de *Cnemidophorus ocellifer*, estão incluídas três outras espécies do grupo em curso de descrição, todas da região das dunas do rio São Francisco e adjacências. É certo que a nova informação sistemática oriunda da diagnose comparativa destas novas formas trará subsídios para o reconhecimento de outras espécies deste complexo. Evidentemente, o número de espécies de *Cnemidophorus* incluídas na lista está subestimado. Novas coleções e revisões futuras irão seguramente aumentar o número de formas válidas deste complexo, mesmo para a área em questão.

Se por um lado, podemos dizer que o nível de conhecimento sistemático básico para a maior parte dos répteis e anfíbios da área

é razoável, por outro, o próprio exemplo dos *Cnemidophorus* indica que persistem problemas quanto à discriminação adequada entre espécies de um mesmo complexo. Numa outra escala de diferenças, inúmeros problemas ainda estão para resolver, mesmo em espécies cuja taxonomia é considerada satisfatória. Sem falar nos anfíbios e nas serpentes, cujo nível de conhecimento é ainda insuficiente, vários lagartos geconídeos como *Phyllopezus pollicaris* e *Gymnodactylus geckoides*, ou tropidurídeos comuns como *Tropidurus hispidus* para citar apenas uns poucos exemplos, mostram variação cromossômica, local e geográfica, de tal ordem que, muito possivelmente, a taxonomia atual não reflete a realidade histórica. Há muitos outros exemplos e o campo é dos mais fascinante para a investigação. Devemos dizer também que, especialmente no caso de espécies relictuais, estudos filogeográficos baseados em técnicas bioquímicas, moleculares ou cromossômicas certamente mostrarão a necessidade de refinamentos taxonômicos de modo a refletir a história evolutiva. Espécies da herpetofauna da Caatinga, com adaptações psamofílicas e distribuição disjunta, tais como *Tropidurus cocorobensis*, são sérios candidatos a serem desdobrados em várias espécies. Este pequeno lagarto ocorre no raso da Catarina (Bahia), em manchas de areia em Xingó (Alagoas) nas areias de Buíque (Pernambuco), em morro do Chapéu (Bahia), em manchas de areia na margem direita do São Francisco em frente às dunas, e na região de Nova Rodelas (Bahia). A argumentação baseia-se no fato de que a fidelidade à areia é de tal ordem que não há contato gênico entre estas populações. É possível que algumas delas venham a ser consideradas espécies distintas.

Os comentários acima deixam transparecer parte da enorme tarefa que está por fazer. A qualidade e o refinamento da informação sistemática é fundamental para que possamos melhorar nosso conhecimento sobre a Caatinga. Somente de posse desses

dados para áreas geográficas abrangentes, poderemos começar a compreender os padrões e processos que afetaram historicamente alguns dos espaços geográficos da Caatinga e melhorar o alcance das medidas de conservação atuais. A amplitude da cobertura geográfica é peça fundamental neste contexto, especialmente no que respeita a catalogação das espécies endêmicas.

Hoje, nosso conhecimento sobre a história da herpetofauna da Caatinga e sobre os padrões e processos que levaram à sua diferenciação é ainda tão fragmentário que não estamos sequer autorizados a dizer que uma serra isolada numa planície, ou uma mancha de areia isolada não devam ser alvo de atenção. Na verdade, sem um levantamento adequado, não podemos dizer se há ou não endemismos na área, por menor que ela venha a ser.

Um belo exemplo vem da descoberta de uma nova espécie de lagarto do gênero *Ameiva* recentemente encontrado em uma ilha fluvial na área das dunas do rio Francisco. Do ponto de vista lógico, a descoberta não poderia ser mais inesperada. O complexo *Ameiva ameiva* acabava de ser revisto e sabia-se que, com exceção de formas novas a descrever no norte da América do Sul, apresentava apenas variação geográfica trivial no resto da área (Skuk 1999). Sua homogeneidade morfológica na Caatinga nunca surpreendeu pelo fato de ser um lagarto generalista de habitat, comum, e um colonizador muito agressivo. Mais, transpondo-nos para outro espaço, estes requisitos ecológicos sempre foram utilizados para explicar a ausência de diferenciação em populações da espécie em áreas abertas insularizadas, por exemplo, na Amazônia. Seria assim, praticamente impossível imaginar a existência de uma nova espécie numa ilha fluvial do rio São Francisco, especialmente sabendo que *Ameiva ameiva* ocorre em áreas adjacentes à referida ilha. A descoberta não só nos alerta acerca de nosso desconhecimento sobre a fauna de lagartos da

Caatinga, mas também nos faz ver que estamos apenas engatinhando no que diz respeito à compreensão dos mecanismos responsáveis pela especiação.

O conceito de Caatinga

No nordeste semiárido, o contraste com os ambientes florestados é tão característico que já nos acostumamos a conceber os “brejos” como matas remanescentes de um tempo onde o espaço geográfico das Caatingas, sob clima mais úmido, teve maior cobertura florestal. Alguns destes refúgios abrigam espécies endêmicas que mostram relações seja com a Amazônia, seja com a mata Atlântica (Vanzolini 1970, 1981, Rodrigues & Borges 1997). Contudo, não estamos suficientemente treinados para discriminar nuances entre paisagens na própria Caatinga.

Ainda que com pouca experiência de campo, qualquer pessoa que tenha conhecido as Caatingas brasileiras, reconhece sua forte personalidade ecológica e fisionômica. Os solos rasos, os lagedos cristalinos, os maciços residuais, a irregularidade da distribuição das precipitações no tempo e no espaço, a intermitência da drenagem, a abundância de cactáceas, a aridez, e o aspecto caracteristicamente xeromórfico da vegetação conferem identidade imediata à paisagem. Apesar disso, as Caatingas não são, não foram, e nem devem ser consideradas homogêneas, ainda que em função do quadro diagnóstico conferido aos nossos olhos pelo regime semi-árido que ali impera. Considerá-las homogêneas com base no aspecto fisionômico, - por exemplo, pela presença de algumas espécies de cactos adaptados à semiaridez - seria tão absurdo quanto considerar a Amazônia homogênea com base na distribuição da castanheira ou da seringueira. Cada espécie tem preferências ecológicas que lhes são próprias.

O conceito atual, do qual nos servimos para estudar a Caatinga, é apenas uma ferramenta didática que utilizamos para referência fácil a um tipo de paisagem que salta a nossos olhos quando comparada à imensa maioria das outras paisagens brasileiras. A “caatinga” é apenas um conceito baseado na semelhança fisionômica entre paisagens, devida ao clima semiárido. O conceito responde assim ao impulso de sistematizar nosso conhecimento agrupando, por semelhança, conjuntos de informações que têm para nós sentido puramente prático. Vale aqui lembrar que, sob esta ótica, os índios da Caatinga, hoje extintos, e o sertanejo, que aprendeu com eles, eram e são respectivamente, sistematas de paisagens muito mais refinados do que nós, pois ainda que apenas por semelhança e utilidade prática, reconheceram e reconhecem muito mais tipos de caatingas do que fazemos (ver por exemplo Rizzini 1977). Neste sentido, deve ficar claro que o conceito que empregamos não é um conceito enraizado historicamente no sentido filogenético, mas apenas uma hipótese de trabalho preliminar para tentarmos compreender a história de sua fauna e flora – uma referência fácil e direta a uma área geográfica muito complexa.

Existem e existiram, ao longo do tempo, muitos tipos diferentes de caatingas na área que hoje reconhecemos ocupar quase um milhão de quilômetros quadrados sob o domínio da semiaridez. Muito possivelmente muitas destas primeiras “caatingas” foram mais simples do que as que vemos atualmente, mas seu isolamento e diferenciação contribuíram para formar, progressivamente, através de contatos e separações posteriores, as comunidades mais complexas que hoje vemos. Assim, para compreender a história da fauna atual, com diferentes tempos de origem, mas hoje empacotada pelo tempo naquele espaço geográfico, precisaríamos, idealmente, de conhecer a história dos contatos e dos isolamentos entre áreas filogeográfica e

filogeneticamente relacionadas, que hoje encontram-se revestidas pelas caatingas. Sabemos que nelas ainda existem, e transitariamente existiram, florestas ou outros tipos fisionômicos de paisagens, hoje extintos, ou não reconhecíveis a nossos olhos, entre os quais variados tipos de “caatingas” diferentes das atuais. A complexidade das áreas transicionais de caatinga com cerrado, com mata e com campo rupestre indica que manchas de muitos destes ambientes, que inicialmente mantinham identidade própria no nordeste semiárido, foram “absorvidos” pela Caatinga.

Face às conhecidas flutuações climáticas e à conseqüente alteração da fisionomia das paisagens da Caatinga ao longo do tempo (Ab’Sáber 1974, Tricart 1974, Haffer 1979, Vanzolini 1981, Oliveira *et al.* 1999), para quem estuda evolução, reconhecer as limitações históricas do conceito é da maior importância. Isto implica em admitir que ao compararmos duas áreas de caatinga para compreender os mecanismos que levaram à diferenciação dos elementos endêmicos que as caracterizam, estaremos quase certamente comparando um conjunto de processos que foram distintos em algum momento. De modo geral, a abordagem corrente é admitir identidade total entre as duas áreas comparadas, o que é válido apenas para áreas recentemente isoladas ou para espécies com amplas preferências ecológicas.

Padrões de distribuição geográfica: a história da Caatinga no tempo e no espaço

Uma das evidências mais convincentes sugerindo a existência de heterogeneidade temporal no aspecto fisionômico da Caatinga vem do estudo da distribuição geográfica das plantas e dos animais ali presentes. Este tipo de estudo, como vimos acima, depende muito do nível de nosso conhecimento sistemático, de levantamentos adequados e de informação sobre a ecologia das espécies

envolvidas. Cientes destas limitações, e de que novos dados certamente virão alterar o quadro que será apresentado, podemos, de modo muito geral, reconhecer quatro padrões de distribuição para a herpetofauna da Caatinga: (1) espécies com ampla ocorrência na Caatinga, (2) espécies cuja distribuição tem caráter relictual; (3) espécies associadas à região das dunas do médio São Francisco e (4) espécies estritamente dependentes da malha de drenagem. Estes quatro padrões não são homogêneos, nem equivalentes do ponto de vista histórico, ecológico, ou evolutivo, mas servem como ferramenta inicial para abordar a história da Caatinga. No que segue, procurarei, exemplificando, discutir cada um deles, centrando-me sempre nos lagartos pois a evidência acumulada para o grupo é maior. A tabela 1 apresenta, quando possível, o enquadramento das espécies da área de acordo com estes padrões.

Espécies com ampla ocorrência na Caatinga

São espécies generalistas de habitat, muito comuns e que ocorrem em tipos muito variados de caatingas. Entre os lagartos, *Tropidurus hispidus* e *Phyllopezus pollicaris*, entre as serpentes *Oxyrhopus trigeminus*, *Pseudoboa nigra* e *Leptodeira annulata*, entre os anfíbios *Bufo granulosus*, *Leptodactylus labyrinthicus* e *Leptodactylus troglodytes* seriam alguns dos exemplos. Admite-se, com frequência, que justamente por serem espécies comuns, de ampla distribuição e ecologicamente bastante vágeis, seu estudo aprofundado contribui pouco para compreender a história fisionômica da Caatinga. Isto porque, como bons colonizadores, parecem acompanhar rapidamente a expansão de habitats abertos. O argumento é falho pois a informação histórica está tanto na espécie, como em seus grupos irmãos de divergência mais antiga.

Ficando restrito o estudo a estas formas comuns, é possível, utilizando técnicas moleculares, ou outros marcadores genéticos,

resgatar informação histórica relevante para este conjunto de espécies. Para tal, devemos estar cientes de que as dimensões temporais e espaciais são indispensáveis à correta leitura dos dados. Por exemplo, do ponto de vista interpretativo, parece lógico que não é a mesma coisa amostrar a diversidade genética de uma população de *Tropidurus hispidus* numa região que durante os últimos milhares de anos permaneceu intocada como a Caatinga, e numa área que resulta da expansão recente da caatinga em local até então florestado. Infelizmente, enquanto não dispusermos de informações similares cobrindo ampla área geográfica não podemos, com base apenas nos dados de amostragem, discriminar entre estas duas situações que resultam de processos históricos profundamente diferentes. A informação temporal é fundamental para compreender a ocupação ecológica do espaço e para a correta interpretação dos dados. O equivalente para uma área florestada amazônica, por exemplo, seria comparar quanto à variabilidade genética, amostragens de uma espécie restrita à floresta, feitas numa mata localizada na margem de um grande rio e numa área de interflúvio. Pensando simultaneamente na dimensão temporal e espacial, a primeira floresta, mesmo nos períodos de deterioração climática mais severa pode ter se mantido como mata de galeria e assim abrigar populações da espécie em questão, ao passo que a mata de interflúvio apenas recentemente possa ter vindo a se estabelecer na área. Do ponto de vista da genética de populações, a variabilidade esperada nessas duas amostragens é, como no exemplo anterior, completamente diferente. Esta história, no entanto, está totalmente disfarçada no tecido da paisagem, homogênea para nossos olhos. Este tipo de informação, extraída de espécies com ampla distribuição, é da maior importância e não deve ser esquecido quando da interpretação dos dados obtidos. O exemplo ilustra apenas uma situação e não pretende sugerir que dados bioquímicos ou moleculares devam receber prioridade na

pesquisa. Qualquer informação, seja ela sobre a biologia reprodutiva, preferência de habitat, fisiologia ou comportamento é, no contexto comparativo adequado, da maior importância.

Espécies com distribuição relictual

O estudo da ecologia e da distribuição das espécies relictuais fornece boas evidências para a reconstrução temporal do espaço hoje ocupado pelas caatingas. Nosso conhecimento sobre os anfíbios é ainda pequeno e não permite apresentar exemplos seguros.

Entre os vários padrões ecológicos de disjunção, estão os dos Squamata com adaptações à vida psamófila. Há espécies de tal modo dependentes de solos arenosos que sua distribuição só pode ser compreendida admitindo uma cobertura de solos arenosos, no passado, muito mais expressiva espacialmente do que a que vemos atualmente. O lagarto *Tropidurus cocorobensis*, já comentado, é um bom exemplo. Ocorre em manchas de areia hoje tão isoladas e afastadas que é impossível não admitir que em algum período existiu uma cobertura de solos arenosos na Caatinga bem mais expressiva do que vemos.

Outro bom exemplo de distribuição relictual vem de uma linhagem de lagartos do gênero *Stenocercus*, ainda mal conhecida, mas caracterizada por apresentar espinhos supraoculares desenvolvidos. A rara ocorrência destes lagartos na região da serra da Capivara, indica que sua presença não parece ser mais compatível nem com o clima e nem com a fisionomia das paisagens que hoje imperam na Caatinga. A coleta esporádica de alguns exemplares de *Stenocercus* deste grupo em manchas de areia na Bahia, corrobora estes dados. O gênero ainda precisa ser muito estudado, e há várias espécies novas por descrever, sobretudo na diagonal de áreas abertas formada pela Caatinga,

Cerrado, Chaco e florestas transicionais entre eles, especialmente nas áreas ecotonais do oeste da região cisandina da América do Sul. Contudo, a distribuição relictual do gênero na América do Sul cisandina, comparada à sua abundância nos Andes e seus contrafortes (Cadle 1991) leva-me a pensar que a radiação de *Stenocercus* esteja em declínio. Sou também levado a pensar que ela tenha precedido historicamente a irradiação dos *Tropidurus*, que a suplantou, posteriormente, em abundância e riqueza. É possível que a irradiação cisandina de *Stenocercus* estivesse associada a paisagens revestidas por matas semidecíduas como as presentes no leste da Bolívia na fronteira com o Brasil. A distribuição relictual de *Stenocercus* na Caatinga faz pensar que sua área foi evanescendo à medida que os climas mais frios foram desaparecendo. Sob esta hipótese é possível admitir que os *Stenocercus* foram as lagartixas contemporâneas da megafauna de mamíferos hoje extinta, que viveu na área da Caatinga. São hipóteses, mas levantamentos detalhados, acompanhados de informação ecológica serão fundamentais para esclarecer estes pontos.

Estes dois exemplos de distribuições relictuais, ainda que rapidamente discutidos, sugerem que tanto o cenário climático, como a fisionomia de pelo menos parte da área da Caatinga deve ter sido muito diferente da atual no passado recente. A riqueza da paleofauna de vertebrados que viveu até recentemente no nordeste só apóia estas afirmações (Parenti *et al.* 1998). Inúmeros outros casos apontam no mesmo sentido, contudo ainda falta muita informação para tirar conclusões seguras sobre os paleoambientes dominantes.

Os lagartos *Anotosaura vanzolinia*, *Mabuya agmosticha* e *Phyllopezus periosus* também exemplificam padrões relictuais de distribuição, mas nos trazem outros tipos de informação sobre o

passado da Caatinga. *Anotosaura vanzolinia* é um pequeno Gymnophthalmidae semifossório que vive nas áreas de caatinga místicas com folhiço abundante, nunca ocorrendo em áreas abertas ou nas caatingas mais rústicas. Qual teria sido o habitat original da espécie, ou seja, o tipo de paisagem ao qual sua diferenciação esteve historicamente associada? Ainda não é possível responder à pergunta com segurança, mas, a julgar pelos dados que dispomos sobre suas relações de parentesco, tudo leva a crer que tenha sido um ambiente florestado, não uma caatinga. A evidência mais convincente vem do fato de que os Eupleopini, a tribo de Gymnophthalminae à qual pertence, reúne predominantemente gêneros de floresta (Pellegrino *et al.* 2001). Esta informação é ainda corroborada pelo fato de que *Colobosauroides* e um novo gênero que aguarda descrição, os mais aparentados a *Anotosaura vanzolinia*, são também típicos de mata. *Colobosauroides cearensis* ocorre nos brejos nordestinos mas vem conseguindo se manter, nas proximidades daqueles, em caatingas místicas com folhiço abundante. O único exemplar de *Colobosauroides carvalhoi* foi também obtido em caatinga arbórea na serra da Capivara. Nenhuma das espécies do gênero ocorre em caatingas abertas. Considerando estes dados, parece possível admitir que *Anotosaura vanzolinia*, a exemplo de *Colobosauroides*, teve sua história ecológica associada a ambientes florestados. É possível que, dada sua distribuição restrita, o desaparecimento das matas, causado pelo avanço da aridez na área atual da Caatinga, eliminou os registros que ainda mostravam sua associação ao habitat florestal original. Os dados que atualmente dispomos são de que *Anotosaura vanzolinia* é um lagarto com distribuição relictual na Caatinga, onde vive apenas em ambientes especiais. Isto sugere que o lagarto nunca esteve ecológica e historicamente associado à fisionomia da paisagem que hoje impera na Caatinga. *Anotosaura vanzolinia* seria portanto, um exemplo de animal que tendo possivelmente se diferenciado em um

refúgio florestal, vem se mantendo, após a deterioração de seu habitat original, em algumas áreas que ainda mantêm condições compatíveis com seus processos fisiológicos. A situação exemplifica bem a fase inicial de um processo de diferenciação que foi chamado de refúgio evanescente (Vanzolini & Williams 1981). O processo estaria completado quando a nova forma, já adaptada aos ambientes abertos pudesse se expandir em distribuição. Entre os lagartos hoje encontrados na Caatinga, aqueles cuja distribuição pode ser explicada invocando causas semelhantes às de *Anotosaura vanzolinia* são, a meu ver, *Colobosauroides cearensis*, *Colobosauroides carvalhoi*, *Anotosaura collaris*, *Colobosaura mentalis* e as populações de *Enyalius* que vêm sendo tratadas, apenas por falta de estudos mais detalhados, como *Enyalius bibroni*.

Mabuya agmosticha é outra espécie com distribuição relictual na Caatinga, sendo conhecida de Xingó (Alagoas) e de Cabaceiras (Paraíba), onde vive preferencialmente em touceiras de *Bromelia laciniosa*, a macambira (Rodrigues 2000). Não há dúvida de que levantamentos intensivos irão revelar sua ocorrência em outras áreas, mas a qualidade de alguns dos inventários realizados mostra que o carácter relictual de sua distribuição permanecerá. Entre as mabuias sulamericanas a espécie mais aparentada a *Mabuya agmosticha* é *Mabuya macrorhyncha*, que é também bromelicola e cuja distribuição na Caatinga também é relictual. A última espécie tem sua distribuição centrada nas restingas da costa brasileira, ocorrendo ali principalmente em bromélias de chão, eventualmente na mata (Rodrigues 1986b, 2000). Também neste caso, parece não restar dúvida de que tratamos de animais cujos habitats originais foram muito diferentes dos que existem nas caatingas atuais. Pensando na relação de parentesco com *M. macrorhyncha* e no habitat desta última, poderia se pensar em habitats fisio-nomicamente similares às restingas da costa, tais como os que se

podem ainda hoje observar em manchas de areias brancas na região de Morro do Chapéu, na Bahia. Neles também estão espécies endêmicas, com distribuição relictual e com adaptações psamofílicas. *Tropidurus cocorobensis*, é uma delas. Seja como for, sou levado a acreditar que *Mabuya agmosticha* se diferenciou em um tipo de paisagem muito diferente fisionômica e climaticamente da que vemos hoje na Caatinga e permaneceu nesta após a desintegração de seu habitat original. Apenas intensa pesquisa autoecológica, e filogeográfica apoiada em boa amostragem e complementada por informação sobre parentesco, pode nos ajudar a esclarecer estes pontos.

O lagarto geconídeo *Phyllopezus periosus* é conhecido hoje de Cabaceiras (Paraíba), de Exú (Pernambuco) e de Xingó (Alagoas). Seu congênere na Caatinga, *Phyllopezus pollicaris*, com o qual é simpátrico e sintópico, é muito menor, é muito comum, e tem ampla distribuição no ecossistema (Rodrigues 1986b). Quais as razões para a disjunção das populações atuais de *Phyllopezus periosus*? Muito possivelmente também devem estar em requisitos de habitat associados à história da separação de paisagens que não discriminamos atualmente. Quais teriam sido, naqueles paleoambientes, os requisitos de habitat ou as condições ecológicas que, uma vez modificadas, levaram ao desaparecimento das populações intermediárias e à conseqüente disjunção de *Phyllopezus periosus*? Quais foram seus competidores? Questões como essas, são questões-chave que ainda não temos condição de responder.

Os exemplos até aqui discutidos mostram-nos que compreender a evolução da fauna da Caatinga é tarefa indissociável da compreensão da história geomorfológica e da conseqüente ocupação sucessiva de seu espaço por paisagens diversas ao longo do tempo. As poucas evidências que temos indicam que existiram

paisagens com solos arenosos e diversos tipos de florestas. O que mais poderíamos fazer para avançar no conhecimento de nossas paisagens e de nossa fauna? Por onde começar? Na verdade, não há limite para começar. Talvez, face ao fato das caatingas hoje dominarem nas depressões interplanálticas e intermontanas do nordeste brasileiro (Ab'Sáber 1974), um ponto de partida razoável seria o soerguimento do escudo Brasileiro e sua posterior dessecação pela malha de drenagem. Neste caso, para uma abordagem histórica, necessitaríamos de buscar informação em espécies aparentadas de outros ecossistemas que, após o isolamento, permanecem em áreas relictuais como testemunho de um tempo e de um espaço que existiu no nordeste antes da abertura da depressão sertaneja. Infelizmente, falta-nos ainda informação filogenética apropriada para poder escolher a espécie que faria nosso estudo de caso. Um estudo filogenético e filogeográfico dos *Tropidurus* do grupo *semitaeniatus* (Rodrigues 1984; Frost *et al.* 2001) poderia nos contar muito sobre a história do contato entre as áreas de afloramentos rochosos do nordeste brasileiro. São pequenos lagartos tropidurídeos exclusivamente saxícolas, muito peculiares na Caatinga por apresentarem corpo achatado para se ocultar em fendas finas de rochas. *Tropidurus semitaeniatus*, apresenta ampla distribuição com variação geográfica evidente, *Tropidurus pinima* e *Tropidurus helenae*, respectivamente, têm distribuição restrita à região da serra do Assuruá em Santo Inácio, na margem direita do rio São Francisco (Bahia), e à serra da Capivara (Piauí) e sabemos que há novas espécies por descrever. É um grupo pequeno, comum, de ecologia bastante bem conhecida (Vitt 1995) e, praticamente restrito à Caatinga. Estudado com técnicas adequadas, tem muito a nos contar sobre a história filogeográfica da Caatinga, especialmente sobre a dessecação dos planaltos nordestinos e de sua rede de drenagem.

Falta ainda comentar um pequeno conjunto de espécies conhecidas de uma única localidade ou de uma região muito restrita na Caatinga. *Amphisbaena arenaria*, *Anotosaura collaris* e *Lioheterophis iheringi* são exemplos. Discuto-as sob este padrão pois há duas explicações possíveis para estes casos: distribuição relictual ou especiação *in situ*. No primeiro caso a distribuição pontual deve-se à falta de amostragem, devida, ou não, à raridade; no segundo, muito provavelmente à diferenciação recente. Seja como for, estas espécies sempre carregam informação zoogeográfica importante quando esta é contraposta à das formas mais próximamente relacionadas.

Espécies associadas à região de dunas do médio São Francisco

Sob esta categoria zoogeográfica, também estão espécies predominantemente associadas a solos arenosos que ocorrem nos campos de dunas e adjacências. Ela é tratada em separado pois envolve uma área que exemplifica muito bem um dos tipos de caatinga que possivelmente teve realidade histórica. Tanto a recência dos processos evolutivos por que passou a área quanto a fisionomia de caatinga que ali existe ainda permitem o resgate de informação histórica importante para entender o complexo processo que levou à formação das caatingas atuais. O elevado número de endemismos, sua limitada área de distribuição e a vicariância entre espécies irmãs, vivendo em margens opostas do rio São Francisco indica que a área deve ter sido um dos centros de diferenciação mais importantes no que respeita a fauna adaptada a ambientes arenosos na América do Sul cisandina. São endêmicas da área quatro espécies de *Amphisbaenia*, 16 de lagartos, oito de serpentes e um anfíbio (Rodrigues 1987; Rodrigues & Juncá em preparação). Estes números impressionam; tornam-se ainda mais relevantes quando apresentados de outro modo: 50% do total de

lagartos e anfisbenídeos das dunas ocorrem apenas ali e 37% de todos os lagartos e anfisbenídeos da Caatinga são endêmicos das dunas, uma pequena área que não ultrapassa 7.000 km², cerca de 0,8% da área total da Caatinga. No caso das serpentes, o índice de endemismo é também elevado. As espécies endêmicas das dunas perfazem 32% da fauna total de serpentes da região e 16% de toda a fauna de serpentes da Caatinga. Assim, praticamente 27% da fauna total de Squamata da Caatinga tem distribuição limitada à região das dunas do rio São Francisco. Este elevado índice de espécies endêmicas, corroborado por endemismos de gêneros apresentando adaptações especiais à vida na areia e desconhecidas no restante da herpetofauna sulamericana só confirmam que a área teve uma história evolutiva ímpar (Rodrigues 1984a, b, c, 1986a, 1991a, b, c, d, 1993a, b, 1995, 1996, Rodrigues *et al.* 1988, Vanzolini 1991a, b). A fauna está ainda pouco estudada, mas os endemismos afetam vários outros grupos (Rocha, 1995, 1998, Lencioni-Neto 1994) e novas espécies continuam sendo descobertas.

A descoberta recente desta fauna nos dá mais um exemplo de quanto nosso conhecimento sobre a Caatinga pode ser incompleto. Os trabalhos de campo até agora realizados na área permitiram revelar expressiva, desconhecida e inesperada diversidade biológica, envolvendo gêneros e espécies novas, algumas com adaptações desconhecidas. Ainda neste contexto, descobrimos um cenário geográfico envolvendo um contexto evolutivo especial que pode contribuir muito para melhorar nosso conhecimento sobre o processo de especiação e a compreensão da história da Caatinga (Rodrigues, 1991a, 1993, 1996). Nada disso se previa! A riqueza das descobertas abriu campo para inúmeras outras áreas de investigação (Martins 1995, 1997, Oliveira *et al.* 1999, Renous *et al.* 1995).

Os estudos realizados até o presente com a fauna da área indicam a existência de pares de espécies vicariantes de Squamata psamófilos que estão limitadas a margens opostas do rio São Francisco (Rodrigues, 1986, 1991, 1996). Entre eles estão lagartos dos gêneros *Calyptommatus* e *Eurolophosaurus*, serpentes do gênero *Phimophis* e cobras cegas do gênero *Amphisbaena*. Outros pares de espécies aparentadas vêm sendo descobertos (Rodrigues & Juncá em preparação). A semelhança ecológica e a vicariância geográfica entre estes pares de espécies sugerem que o rio São Francisco teve um papel importante como barreira ecológica na especiação.

As hipóteses inicialmente aventadas para explicar a vicariância e os endemismos da área estão em Rodrigues (1991a, 1993, 1995a, b, 1996). Utilizando informação geomorfológica e paleoclimática disponível sugeriu-se que até o final do último período glacial (ca. 12.000 anos atrás) o rio São Francisco drenava para um lago interior situado na área. Nas margens deste lago viviam populações de animais já adaptados à vida em solos arenosos. Em período úmido subsequente, o rio romperia as margens desse lago, isolando populações de espécies anteriormente contínuas que viviam em habitats similares no que seriam hoje as margens direita e esquerda do rio. Este modelo de especiação geográfica, baseado na separação de paisagens similares serviu para explicar a vicariância de lagartos endêmicos da área e estritamente adaptados à vida em solos arenosos. Os exemplos de pares de espécies envolvendo respectivamente formas restritas à margem esquerda e direita do rio São Francisco (*Calyptommatus leiolepis*/*C. sinebrachiatus-nicterus*; *Eurolophosaurus divaricatus*/*E. amathites*; *Phimophis scriptorcibatus* /*P. chui* e *Amphisbaena hastata* /*A. ignatiana*) serviram de apoio inicial ao modelo de especiação proposto.

Trabalhos recentes têm sugerido que embora a divergência entre alguns destes pares de espécies possa ter sido contemporânea, ela é muito mais antiga, da ordem de 1 a 3 milhões de anos (Martins 1997, Passoni *et al.* 2000, Benozzati & Rodrigues no prelo). Somente quando dispusermos de um sólido corpo de informação comparada sobre a fauna desta área, seja sobre os pares de espécies supostamente aparentados, seja sobre grupos monofiléticos mais abrangentes, de divergência mais antiga e principalmente restritos à área, como os Gymnophthalmi poderemos entender muito mais sobre sua história recente e passada. Houve sempre continuidade de areias na área? Em que medida as areias oriundas da erosão dos quartzitos das serras da região podem ter contribuído para a dispersão de animais limitados às dunas ou lençóis arenosos justafluviais? As adaptações para a vida psamófila surgiram na mesma época? Quais foram os mecanismos responsáveis por sua origem? Há muito para pesquisar. Já dispomos de alguma informação neste sentido, e algumas questões já foram abordadas preliminarmente por mim, mas falta muito (Rodrigues 1995).

Trabalhos recentes têm mostrado que a presença de areias na região é muito antiga, mas que a área passou por alterações climáticas bruscas (Barreto 1996). Na Vereda do Saquinho, uma das localidades estudadas no campo de dunas, estudos paleopolínicos mostraram que entre 11.000 anos e 10.600 anos antes do presente existiram matas de caráter tropical com elementos atlânticos e amazônicos. Daquela época até cerca de 8.000 anos atrás dominaram climas frios e úmidos na área. Desde então o clima tem se tornado progressivamente mais quente e seco; somente há 4.000 anos parecem ter sido atingidas as condições que imperam nas caatingas atuais (Barreto 1996, Oliveira *et al.* 1999). Projetos de caráter multidisciplinar, especialmente os que possam

gerar informações temporalmente calibráveis têm muito a contribuir.

Espécies dependentes da rede de drenagem

Estão aqui incluídos os jacarés, os cágados e, pelo menos, a cobra d'água *Helicops leopardinus*. São espécies que dependem de ambientes aquáticos para a sobrevivência e por esta razão carregam com elas informação sobre seu habitat. Em áreas não alteradas, tanto estudos morfológicos, quanto estudos filogeográficos destas espécies utilizando técnicas moleculares seriam extremamente importantes para ajudar a compreender a história e a evolução da rede de drenagem da Caatinga. Atualmente, a proliferação dos açudes tem propiciado a introdução de algumas destas espécies em áreas onde não existiam previamente. Este fato tem implicações sérias no que respeita o resgate da informação do passado uma vez que os padrões naturais de distribuição podem ter sido modificados por ação antrópica. Neste caso, recomenda-se bastante cuidado na interpretação dos dados. Ainda sabemos muito pouco sobre estas espécies, apesar de se encontrarem entre as mais ameaçadas.

Conclusões

Devemos ter consciência de que embora saibamos muito, comparado ao que se sabia há um século, sobre a herpetofauna da Caatinga, continuamos profundamente ignorantes sobre os padrões e processos que determinam sua diversidade. A recente descoberta da fauna das dunas do rio São Francisco é um bom exemplo. Conhecemos a fauna da Caatinga sob o vício de um conceito de paisagem que embora importante, não encerra sempre a informação filogeográfica e filogenética que nos seria útil para compreender a evolução da fauna que hoje vive naquele espaço. Nosso desconhecimento sobre os padrões e processos que levaram à

especiação e ao conseqüente enriquecimento da fauna são de tal ordem que não podemos descredenciar nenhuma área como candidata a abrigar endemismos, sem que disponhamos de levantamentos adequados. Somente levantamentos intensivos em escala local, complementados ainda por estudos filogeográficos voltados para o estudo da variação genética, permitirão ajudar a reconstruir a história das paisagens e detectar centros de diferenciação ocultos, hoje camuflados pela aparente homogeneidade conferida pela personalidade fisiográfica da Caatinga (Rodrigues *et al.* no prelo).

Apesar disto, a progressiva antropização dos habitats naturais na Caatinga obriga-nos a delimitar as áreas ideais para a conservação deste ecossistema. A figura 3, calcada no conhecimento disponível, mostra as áreas prioritárias para a conservação da herpetofauna na Caatinga. O mapa resulta de um esforço conjunto realizado durante o *workshop* de Petrolina coordenado pelo Instituto Conservation International do Brasil. Nele estão incluídas não apenas as áreas com espécies endêmicas mas também aquelas que abrigam ambientes especiais encravados na Caatinga, ou no seu entorno. Assegurando a preservação destas áreas, estaremos conservando não apenas regiões já ameaçadas com elevada diversidade herpetofaunística, mas também paisagens ecotonais que abrigam comunidades, padrões e processos evolutivos da maior importância. Seu estudo é crucial para que possamos compreender um pouco mais da complexa história dos ambientes que hoje dominam no nordeste semiárido. Somente tendo por base uma cobertura geográfica mais abrangente da área e um conhecimento sistemático mais refinado, descobriremos novas áreas cuja conservação se faz necessária.

Finalizo, lembrando que o nordeste brasileiro é uma das regiões do país que reúne parcela considerável de nossa diversidade

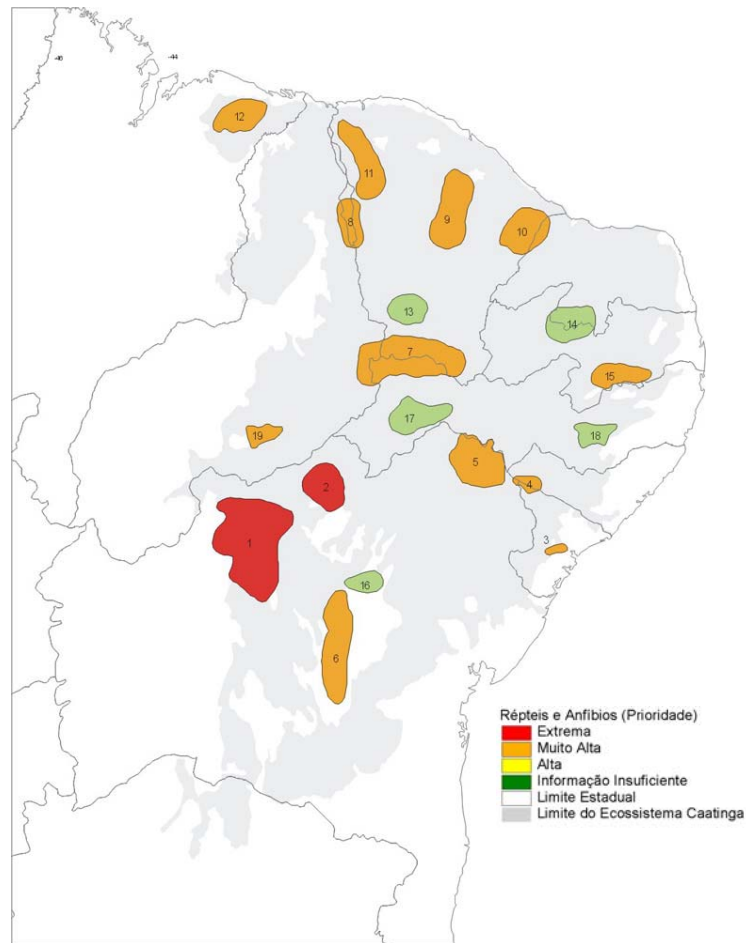


Figura 3. Áreas Prioritárias para a conservação de répteis e anfíbios na Caatinga: 1. Campos de dunas de Xique-Xique e Santo Inácio; 2. Campos de dunas de Casanova; 3. Domo de Itabaiana; 4. Estação Ecológica do Xingó; 5. Raso da Catarina e Raso da Glória; 6. Chapada Diamantina; 7. Chapada do Araripe; 8. Serra das Almas; 9. Quixadá/Encosta da serra de Baturité; 10. Limoeiro do Norte/Chapada do Apodi; 11. Encosta da chapada de Ibiapaba; 12. Região de Barreirinhas/Urbano Santos; 13. Aiuaba; 14. Estação Ecológica de Seridó; 15. Cariris Velhos; 16. Serra de Jacobina; 17. Cabrobó e Ouricuri; 18. São Bento do Una; 19. Parque Nacional Serra da Capivara.

biológica em pequena escala espacial. Muito disto se deve ao caráter essencialmente ecotonal de algumas áreas. Além delas, ocorrem no nordeste os tipos mais diversificados de ecossistemas brasileiros: a Floresta Atlântica, o Cerrado, a Caatinga, diversos tipos de campos rupestres, dunas e restingas da costa, dunas interiores e, se incluído o Maranhão, a Floresta Amazônica. Ou seja, o nordeste é um museu que abriga, além das áreas ecotonais mais complexas, pelo menos parte da diversidade de cada um desses complexos sistemas biológicos que hoje dominam o espaço de outras regiões do país. Este fato, resulta das peculiaridades histórico-climáticas por que passou a região e deveria ser seriamente considerado no que diz respeito à política de aplicação de recursos na área de conservação.

Agradecimentos

Expresso meus mais sinceros agradecimentos a Celso Morato de Carvalho, Hélio Ricardo da Silva, Diva Maria Borges, Eliza Maria Xavier Freire, Felipe Curcio, Francisco Filho de Oliveira e Marianna Dixo que participaram comigo do *Workshop* “Avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade do bioma Caatinga”. O mapa aqui apresentado deriva de discussões realizadas durante o *workshop* e foi elaborado pelo Instituto Conservation International do Brasil. Carolina Castro-Mello prestou inestimável ajuda, especialmente para a elaboração da Tabela 2. Agradeço o apoio do Instituto Conservation International do Brasil durante e após a realização do *workshop* e do CNPq e da FAPESP que têm constantemente apoiado minhas pesquisas. Tenho grande dívida com todos aqueles que desde os anos 80 me acompanharam ou me auxiliaram nas expedições que realizei ao nordeste. A experiência acumulada nessas viagens, em grande

M. T. Rodrigues

parte, permitiu amadurecer algumas das idéias expostas neste trabalho. Para não ser injusto, opto pelo agradecimento coletivo: a todos muito obrigado. Meu agradecimento mais profundo é para com o povo da região das dunas do São Francisco. Dube, Junior, Bel, Paulo, Odália, Rubendário, Bebel, Sílvio, Felipa e muitos outros que sempre me receberam como filho ou irmão. Não tenho palavras para expressar tamanha gratidão. Marcos Sousa montou as pranchas.

Referências Bibliográficas

- AB'SÁBER, A. N. 1974. O domínio morfoclimático semiárido das Caatingas brasileiras. *Geomorfologia* 43: 1-39.
- AURÍCIO, P. & M. G. SALOMÃO. 2002. *Técnicas de coleta e preparação de Vertebrados para fins científicos e didáticos*. Instituto Pau Brasil de História Natural, Arujá, São Paulo.
- BARRETO, A. M. F., 1996. *Interpretação paleoambiental do sistema de dunas fixadas do médio rio São Francisco, Bahia*. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- BENOZZATI, M. L. & M. T. RODRIGUES (no prelo). Mitochondrial DNA phylogeny of a Brazilian group of eyelid-less gymnophthalmid lizards, and the origin of the unisexual *Gymnophthalmus underwoodi* from Roraima (Brazil). *Journal of Herpetology*.
- CADLE, J. E. 1991. Systematics of lizards of the genus *Stenocercus* (Iguania: Tropiduridae) from northern Perú: new species and comments on relationships and distribution patterns. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 143: 1-96.
- CASCON, P. 1987. *Observações sobre diversidade, ecologia e reprodução na anurofauna de uma área de Caatinga*. Tese de Mestrado. Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.

4. Herpetofauna da Caatinga

- FROST, D. R., M. T. RODRIGUES, T. GRANT & T. A. TITUS. 2001. Phylogenetics of the lizard genus *Tropidurus* (Squamata: Tropiduridae: Tropidurinae): direct optimization, descriptive efficiency, and sensitivity analysis of congruence between molecular data and morphology. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 21: 352-371.
- HAFFER, J. 1979. Quaternary Biogeography of Tropical Lowland South America. Pp. 107-140 in: W. E. Duellman (ed.) *The South American Herpetofauna: Its Origin, Evolution, and Dispersal. Monographs of the Museum of Natural History University of Kansas* 7:1-485.
- HEYER, W. R. 1988. On frog distribution patterns east of the Andes. Pp.245-273 in W. R. Heyer & P. E. Vanzolini (eds.) *Proceedings of a workshop on neotropical distribution patterns*. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, Brasil.
- HEYER, W. R., M. A. DONNELLY, R.W. MCDIARMID, L.C. HAYEK & M. S. FOSTER. 1994. *Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for amphibians*. Smithsonian Institution Press, Washington and London.
- LENCIONI-NETO, F. 1994. Une nouvelle espèce de *Chordeiles* (Aves, Caprimulgidae) de Bahia (Brésil). *Alauda* 62:241-245.
- MARES, M. A., M. R. WILLIG, K. E. STEILEIN & T. E. LACHER-JR. The mammals of northeastern Brazil: a preliminary assessment. *Annals of Carnegie Museum* 50: 81-137.
- MARTINS, J. M. 1995. Allozyme variation and expression in lizards of the *Tropidurus nanuzae* species group (Iguania: Tropiduridae). *Copeia* 1995:665-675.
- MARTINS, J. M. 1997. *Estudo alozímico de um grupo e lagartos gimnoftalmídeos (Squamata: Gymnophthalmidae)*. Tese de Doutorado, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- OLIVEIRA, P. E., A. M. F. BARRETO & K. SUGUIO. 1999. Late Pleistocene/Holocene climatic and vegetational history of the Brazilian

M. T. Rodrigues

- Caatinga: the fossil dunes of the middle São Francisco River. *Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology* 152: 319-337.
- PARENTI, F., M. FONTUGNE, N. GUIDON, C. GUERIN, M. FAURE & E. DEBARD. 1998. Chronostratigraphie des gisements archéologiques et paléontologiques de São Raimundo Nonato (Piauí, Brésil): contribution a la connaissance du peuplement pleistocene de l’Amérique. *Actes Colloque “C14 Archéologie”*, pp. 327-332.
- PASSONI, J. C., M. L. BENOZZATI & M. T. RODRIGUES. 2000. Mitochondrial DNA polymorphism and heteroplasmy in populations of three species of *Tropidurus* of the *nanuzae* group (Squamata, Tropiduridae). *Genetics and Molecular Biology* 23: 351-356.
- PELLEGRINO, K. C. M., M. T. RODRIGUES, Y. YONENAGA-YASSUDA & J. SITES-JR. 2001. A molecular perspective on the evolution of microteiid lizards (Squamata, Gymnophthalmidae), and a new classification for the family. *Biological Journal of Linnean Society* 74:315-338.
- RAMOS, L. & S. DENILSSON. 1997. Notas sobre os habitats e microhabitats de duas espécies simpátricas de lagartos do gênero *Tropidurus* da serra de Itabaiana, Sergipe (Sauria: Tropiduridae). *Publicações Avulsas do Centro Acadêmico Livre de Biologia* 1: 29-34.
- RENOUS, S., E. HÖFLING & J. P. GASC. 1995. Analysis of the locomotion pattern of two microteiid lizards with reduced limbs, *Calyptommatius leiolepis* and *Nothobachia ablephara* (Gymnophthalmidae). *Zoology* 99: 21-38.
- RIZZINI, C. T. 1979. *Tratado de Fitogeografia do Brasil*. 2 vols. Hucitec/Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- ROCHA, P. L. B. 1995. *Proechimys yonenagae*, a new species of spiny rat (Rodentia: Echimyidae) from the fossil sand dunes in the Brazilian Caatinga. *Mammalia* 59: 537-549.
- ROCHA, P. L. B. 1998. *Uso e partição de recursos por uma comunidade de lagartos das dunas interiores do Rio São Francisco (Squamata)*. Tese de

4. Herpetofauna da Caatinga

Doutorado, Instituto de Biociências Universidade de São Paulo, São Paulo.

- RODRIGUES, M. T. 1984a. *Nothobachia ablephara*: novo gênero e espécie do nordeste do Brasil (Sauria: Teiidae). *Papéis Avulsos de Zoologia*, S. Paulo 35: 361-366.
- RODRIGUES, M. T. 1984b. Uma nova espécie brasileira de *Tropidurus* com crista dorsal (Sauria, Iguanidae). *Papéis Avulsos de Zoologia*, S. Paulo 35: 169-175.
- RODRIGUES, M. T. 1984c. Sobre *Platynotus* Wagler, 1890, pré-ocupado, substituído por *Tapinurus* Amaral, 1933, com a descrição de uma nova espécie (Sauria, Iguanidae). *Papéis Avulsos de Zoologia*, S. Paulo 35: 367-373.
- RODRIGUES, M. T. 1986a. Um novo *Tropidurus* com crista dorsal do Brasil com comentários sobre suas relações, distribuição e origem (Sauria; Iguanidae). *Papéis Avulsos de Zoologia*, S. Paulo 36: 171-179.
- RODRIGUES, M. T. 1986b. Uma nova espécie do gênero *Phyllopezus* de Cabaceiras: Paraíba: Brasil, com comentários sobre a fauna de lagartos da área (Sauria, Gekkonidae). *Papéis Avulsos de Zoologia*, S. Paulo 36: 237-250.
- RODRIGUES, M. T. 1987. Sistemática, ecologia e zoogeografia dos *Tropidurus* do grupo torquatus ao sul do rio Amazonas (Sauria, Iguanidae). *Arquivos de Zoologia*, S. Paulo 31: 105-230.
- RODRIGUES, M. T. 1988. Distribution of lizards of the genus *Tropidurus* in Brazil (Sauria, Iguanidae). Pp. 305-315 in W. R. Heyer & P. E. Vanzolini (eds.) *Proceedings of a workshop on neotropical distribution patterns*. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, Brasil.
- RODRIGUES, M.T. 1991a. Herpetofauna das dunas interiores do rio São Francisco: Bahia: Brasil. I. Introdução à área e descrição de um novo gênero de microteiídeos (*Calyptommatius*) com notas sobre sua ecologia,

M. T. Rodrigues

distribuição e especiação (Sauria, Teiidae). *Papéis Avulsos de Zoologia*, S. Paulo 37: 285-320.

RODRIGUES, M.T. 1991b. Herpetofauna das dunas interiores do rio São Francisco: Bahia: Brasil. II. *Psilophthalmus*: um novo gênero de microteiídeos sem pálpebra (Sauria, Teiidae). *Papéis Avulsos de Zoologia*, S. Paulo 37: 321-327.

RODRIGUES, M.T. 1991c. Herpetofauna das dunas interiores do rio São Francisco: Bahia: Brasil. III. *Procellosaurinus*: um novo gênero de microteiídeo sem pálpebra, com a redefinição do gênero *Gymnophthalmus* (Sauria, Teiidae). *Papéis Avulsos de Zoologia*, S. Paulo 37: 329-342.

RODRIGUES, M.T. 1991d. Herpetofauna das dunas interiores do rio São Francisco: Bahia: Brasil. IV. Uma nova espécie de *Typhlops* (Ophidia, Typhlopidae). *Papéis Avulsos de Zoologia*, S. Paulo 37: 343-346.

RODRIGUES, M.T. 1993a. Herpetofauna das dunas interiores do rio São Francisco: Bahia: Brasil. V. Duas novas espécies de *Apostolepis* (Serpentes, Colubridae). *Memórias do Instituto Butantan* 54: 53-59.

RODRIGUES, M.T. 1993b. Herpetofauna of palaeoquaternary sand dunes of the middle São Francisco river: Bahia: Brazil. VI. Two new species of *Phimophis* (Serpentes: Colubridae) with notes on the origin of psammophilic adaptations. *Papéis Avulsos de Zoologia*, S. Paulo 38: 187-198.

RODRIGUES, M. T. 1995. *Filogenia e história geográfica de uma radiação de lagartos microteiídeos (Sauria, Teiioidea, Gymnophthalmidae)*. Tese de Livre Docência, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

RODRIGUES, M.T. 1996. Lizards, snakes and amphisbaenians from the Quaternary sand dunes of the middle Rio São Francisco: Bahia: Brazil. *Journal of Herpetology* 30: 513-523.

4. Herpetofauna da Caatinga

- RODRIGUES, M. T. 2000. A new species of *Mabuya* (Squamata: Scincidae) from the semiarid caatingas of northeastern Brazil. *Papéis Avulsos de Zoologia*, S. Paulo 41:313-328.
- RODRIGUES, M. T. & D. M. BORGES. 1997. A new species of *Leposoma* (Sauria, Gymnophthalmidae) from a relictual forest of semiarid northeastern Brazil. *Herpetologica* 53: 1-6.
- RODRIGUES, M. T., M. DIXO, D. PAVAN & V. K. VERDADE (no prelo). A new species of *Leposoma* (Squamata, Gymnophthalmidae) from the remnant atlantic forests of the state of Bahia, Brazil. *Papéis Avulsos de Zoologia*, S. Paulo.
- RODRIGUES, M. T., S. KASAHARA & Y. YONENAGA-YASSUDA. 1988. *Tropidurus psammonastes*: uma nova espécie do grupo *torquatus* com notas sobre seu cariótipo e distribuição (Sauria, Iguanidae). *Papéis Avulsos de Zoologia*, S. Paulo 36: 307-313.
- SILVA-JR., N. J. & J. W. SITES-JR. 1995. Patterns of diversity of neotropical squamate reptile species with emphasis on the brazilian amazon and the conservation potential of indigenous reserves. *Conservation Biology* 9: 873-901.
- SKUK, G. O. 1999. *Revisão dos lagartos do complexo Ameiva ameiva (Squamata: Teiidae)*. Tese de Doutorado. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- TRICART, J. 1974. Existence de periodes sèches au quaternaire en Amazonie et dans les régions voisines. *Revue de Geomorphologie Dynamique* 4: 145-158.
- VANZOLINI, P. E. & E. E. WILLIAMS. 1970. South American anoles: the geographic differentiation and evolution of the *Anolis chrysolepis* species group (Sauria, Iguanidae). *Arquivos de Zoologia*, S. Paulo 19: 298pp.
- VANZOLINI, P. E. 1974. Ecological and geographical distribution of lizards in Pernambuco, northeastern Brasil (Sauria). *Papéis Avulsos de Zoologia*, S. Paulo 28:61-90.

M. T. Rodrigues

- VANZOLINI, P. E., 1976. On the lizards of a Cerrado-Caatinga contact: evolutionary and zoogeographical implications (Sauria). *Papéis Avulsos de Zoologia*, S. Paulo 29: 111-119.
- VANZOLINI, P. E. 1981. A quasi-historical approach to the natural history of the differentiation of reptiles in tropical geographic isolates. *Papéis Avulsos de Zoologia*, S. Paulo 39: 189-204.
- VANZOLINI, P. E. 1988. Distributional patterns of south american lizards. Pp. 317-342 in W. R. Heyer & P. E. Vanzolini (eds.) *Proceedings of a workshop on neotropical distribution patterns*. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, Brasil.
- VANZOLINI, P. E. 1991a. Two new small species of *Amphisbaena* from fossil dune field of the middle Rio São Francisco, State of Bahia, Brasil (Reptilia, Amphisbaenia). *Papéis Avulsos de Zoologia*, S. Paulo 37: 259-276.
- VANZOLINI, P. E. 1991b. Two further new species of *Amphisbaena* from the semi-arid northeast of Brasil (Reptilia, Amphisbaenia). *Papéis Avulsos de Zoologia*, S. Paulo 37: 247-361.
- VANZOLINI, P. E. & E. E. WILLIAMS. 1981. The vanishing refuge: a mechanism for ecogeographic speciation. *Papéis Avulsos de Zoologia*, S. Paulo 34:251-255.
- VANZOLINI, P. E., A. M. M. RAMOS-COSTA & L. J. VITT. 1980. *Répteis das Caatingas*. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro.
- VITT, L. J. 1983. Ecology of an anuran-eating guild of terrestrial tropical snakes. *Herpetologica* 39: 52-66.
- VITT, L. J. 1995. The ecology of tropical lizards in the caatinga of northeast Brazil. *Occasional Papers of the Oklahoma Museum of Natural History* 1: 1-29.
- VITT, L. J. & L. D. VANGILDER. 1983. Ecology of a snake community in northeastern Brazil. *Amphibia-Reptilia* 4: 273-296.

AVES DA CAATINGA: *STATUS*, USO DO HABITAT E SENSITIVIDADE

*José Maria Cardoso da Silva, Manuella Andrade de Souza,
Ana Gabriela Delgado Bieber & Caio José Carlos*

Introdução

O Brasil é um laboratório fenomenal para estudos sobre sistemática, evolução e biogeografia de aves neotropicais. A avifauna brasileira é composta por aproximadamente 1.700 espécies (Sick 1997). Este número representa, entretanto, apenas uma sub-estimativa da diversidade de aves no País. Estudos recentes têm demonstrado que muitas espécies politípicas são na verdade compostas por conjuntos de populações bastante distintos, cada qual com suas próprias características únicas de plumagem, voz e comportamento (Willis 1988, Prum 1994, Whitney *et al.* 1995, Silva & Straube 1996). A identificação e o mapeamento desses conjuntos distintos de populações é um dos maiores desafios da moderna ornitologia brasileira.

A maioria das espécies de aves brasileiras está distribuída em cinco grandes regiões naturais: Amazônia, Floresta Atlântica, Caatinga, Cerrado e Pantanal. A Amazônia e a Floresta Atlântica são regiões naturais que estão (ou estavam no caso da Floresta Atlântica!) recobertas principalmente por extensas florestas tropicais. Essas duas regiões são separadas entre si por um corredor de formações abertas formado pela Caatinga, Cerrado e Pantanal.

A não ser pelo caráter aberto de suas vegetações, essas três regiões têm pouco em comum. A Caatinga está localizada principalmente em uma extensa depressão, recoberta por uma vegetação xérica que cresce sobre solos rasos e está sujeita a longos períodos de seca (Eiten 1982, Prado este volume); o Cerrado ocupa os extensos planaltos que recobrem o centro da América do Sul; enquanto o Pantanal é uma depressão revestida, principalmente, por uma savana sazonalmente inundável pelos ciclos de inundações da extensa rede de drenagem que domina a região (Eiten 1982).

Apesar da Caatinga ter sido sempre identificada como um importante centro de endemismo para aves sul-americanas (Muller 1973, Cracraft 1985, Haffer 1985, Rizzini 1997), a distribuição, a evolução e a ecologia da avifauna da região continuam ainda muito pouco investigadas quando comparadas com o esforço feito para a Amazônia (Haffer 1978, 1985), o Cerrado (Silva 1995a, 1995b, 1996), a Floresta Atlântica (Willis 1992) e o Pantanal (Brown 1986). Este capítulo tem como objetivo principal apresentar uma lista atualizada da avifauna da Caatinga. A partir desta lista, as espécies são analisadas de acordo com o *status*, uso do habitat e sensibilidade aos distúrbios humanos. Esta é a primeira etapa para um estudo mais detalhado sobre a origem e evolução da avifauna desta região singular.

Material e métodos

Lista de espécies

Pacheco & Bauer (2000) apresentaram uma lista detalhada de todas as espécies de aves que ocorrem na vegetação da Caatinga. Um total de 347 espécies foi listado. Entretanto, esta lista não inclui todas as espécies de aves que ocorrem na Caatinga, pois

foram excluídas aquelas espécies que ocorrem em outros tipos de vegetação isolados na área do ecossistema, tais como os brejos florestados e os campos rupestres. Por isso, adotamos a listagem de Pacheco & Bauer (2000) como ponto de partida para a elaboração da lista de aves da Caatinga. A esta lista, fomos adicionando todas as espécies que foram registradas para a Caatinga, independentemente do habitat. Para isto, utilizamos: (a) informações bibliográficas (Hellmayr 1909, Cory 1916, 1919, Lima 1920, Cory & Hellmayr 1925, Sneath 1925, 1927, Reiser 1926, Hellmayr 1929, Pinto 1938, 1940, 1944, 1954, 1978, Ruschi 1951, 1962, 1963, Pinto & Camargo 1957, 1961, Lanyon 1978, Vaurie 1980, Aguirre & Aldrichi 1983, Sick *et al.* 1987, Willis & Oniki 1991, Olmos 1993, Ridgely & Tudor 1994, Gonzaga & Pacheco 1995, Pacheco & Gonzaga 1995, Whitney *et al.* 1995, Lencioni Neto 1996, Silva & Straube 1996, Isler *et al.* 1997, Sick 1997, Coelho & Silva 1998, Parrini *et al.* 1999, D'Angelo-Neto 2000, Nascimento 2000, Nascimento *et al.* 2000, Azevedo-Júnior *et al.* 2000, Whitney *et al.* 2000, Kirwan *et al.* 2001, Santos 2001); (b) estudos em coleções ornitológicas (American Museum of Natural History, AMNH, Nova Iorque; Museu Paraense Emílio Goeldi, MPEG, Belém; Museu Nacional do Rio de Janeiro, MNRJ, Rio de Janeiro; Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, MZUSP, São Paulo; e Coleção Ornitológica da Universidade Federal de Pernambuco, UFPE, Recife) e (c) observações pessoais realizadas por José Maria Cardoso da Silva em diferentes setores da região entre 1985 e 2000. A lista dos táxons foi organizada de acordo com a seqüência taxonômica de Clements (2000) com algumas poucas modificações.

Status, dependência de floresta e sensibilidade

As espécies foram classificadas nas seguintes categorias de acordo com o seu *status* na região da Caatinga: (a) residente, espécie que se reproduz comprovadamente ou potencialmente na região; (b) migrante do norte, espécie que é migrante de longa distância da América do Norte; (c) migrante do sul, espécie que é migrante de longa distância do centro-sul da América do Sul; (d) introduzida, espécie que foi trazida deliberadamente ou acidentalmente para a região pelo homem; (e) status desconhecido, espécie cujo conhecimento sobre a história natural na região é limitado e não permite a sua classificação em qualquer das categorias acima; (f) extinta, espécie que era residente na região e que hoje é considerada como extinta na natureza.

As aves da Caatinga foram classificadas quanto à sua dependência de floresta em três grandes categorias: (a) independente, espécie associada apenas a vegetações abertas (*e.g.*, diferentes tipos de caatingas e cerrados); (b) dependente, espécie que só ocorre em ambientes florestais, tais como florestas semi-perenes, florestas estacionais, caatingas arbóreas e cerradões; e (c) semi-dependente, espécies que ocorrem nos mosaicos formados pelo contato entre florestas e formações vegetais abertas e semi-abertas. A classificação das espécies nas categorias de dependência de floresta foi realizada tendo como base as informações contidas na literatura (*e.g.*, Ridgely & Tudor 1994, Silva 1995, Stotz *et al.* 1996, Sick 1997) e na nossa experiência pessoal com as espécies.

As espécies também foram classificadas quanto à sua sensibilidade aos distúrbios causados pelas atividades humanas. Três categorias foram reconhecidas: (1) sensitividade alta, (2) sensitividade média; e (3) sensitividade baixa. Essa classificação foi baseada, com algumas poucas exceções, em Stotz *et al.* (1996).

Dos táxons registrados, três (*Columba livia*, *Passer domesticus* e *Estrilda astrild*), por serem espécies introduzidas pelo homem, foram excluídas das análises. Além destas, algumas espécies (*Harpagus bidentatus*, *Glaucis hirsuta*, *Thalurania watertonii*, *Automolus leucophthalmus*, *Thryothorus leucotis*, *Cyanerpes cyaneus*) listadas por Nascimento *et al.* (2000) também foram excluídas, uma vez que a inclusão delas implica em grandes extensões nas áreas de distribuição conhecidas destas espécies. Os registros destas espécies precisam ser confirmados por evidências consistentes (*e.g.*, exemplares coletados ou gravações) antes de serem aceitos como confiáveis.

Resultados

Riqueza de espécies

Um total de 510 espécies de aves distribuídas em 62 famílias foi registrado para a Caatinga (Apêndice). Destas, 469 (91,96%) se reproduzem na região. As espécies restantes estão assim divididas: migrantes do norte (23; 4,51%); migrantes do sul (9; 1,76%); espécies extintas na natureza (1; 0,20%); e espécies com *status* desconhecido (8; 1,57%). As famílias mais numerosas entre as espécies residentes são: Tyrannidae (75 espécies), Trochilidae (28), Accipitridae (24), Thraupidae (23), Furnariidae (22) e Thamnophilidae (22).

Uso do habitat e sensibilidade

Entre as espécies residentes na Caatinga, há 185 espécies de aves independentes de floresta, 125 semi-dependentes e 159 dependentes. O número de espécies nestas três categorias difere do que seria esperado ao acaso ($\chi^2 = 11,58$, $gl = 2$, $p < 0,001$). No que

diz respeito à sensibilidade das espécies residentes, 218 foram classificadas como baixa sensibilidade, 204 como média sensibilidade e 47 como alta sensibilidade. O número de espécies nestas três categorias difere significativamente do que seria esperado ao acaso ($\chi^2 = 115,3$, $gl = 2$, $p < 0,0001$). Há uma correlação positiva e significativa entre dependência de floresta e sensibilidade (Coeficiente de Contingência $C = 0,3753$, $\chi^2 = 76,86$, $gl = 4$, $p = 0,001$).

Discussão

Riqueza de espécies

O número de espécies de aves registrado para a Caatinga é bem maior do que as estimativas anteriores. Sick (1965) estimou que a riqueza da avifauna da Caatinga e do Cerrado não passava de 200 espécies. Possivelmente, ele não contabilizou as espécies de florestas que existiam nos dois ambientes. Entretanto, mesmo excluindo tais espécies de nossa lista, restam 310 espécies, o que representa cerca de 1,5 vezes mais espécies do que o estimado por Sick (1965). Vuilleumier (1988) considerou a Caatinga junto com o Cerrado em suas estimativas de riqueza regional de espécies de aves na América do Sul. Ele indicou que as duas regiões combinadas possuíam 454 espécies de aves terrestres residentes, o que é um número muito próximo do encontrado para as aves residentes na Caatinga (469), mas não do que foi encontrado no Cerrado (760). Juntos, a Caatinga e o Cerrado possuem cerca de 839 espécies residentes, um número muito superior a qualquer estimativa prévia.

Souto & Hazin (1995) estimaram que o número de aves da região era de 338, enquanto Pacheco & Bauer (2000) listaram

347 espécies. Nestes trabalhos, as espécies de aves que ocorriam apenas em enclaves úmidos dentro da Caatinga não foram contabilizadas. Em futuras estimativas de diversidade regional deste ecossistema, as espécies encontradas nestes enclaves não devem ser desconsideradas, pois: (a) não há qualquer razão biogeográfica para tratar os enclaves como não pertencentes ao ecossistema no qual eles estão inseridos (Ab'Sáber 1970, 1977), dado que eles são componentes importantes do mosaico de paisagens que compõem a heterogeneidade espacial da Caatinga; e (b) os enclaves são muito importantes para a manutenção de um número significativo de espécies e processos ecológicos regionais, tais como as migrações intra-regionais, quando algumas espécies vivem na Caatinga durante a estação chuvosa, mas retornam para os enclaves de matas úmidas e semi-úmidas da região durante os longos períodos de estiagem característicos da região (Mares *et al.* 1985, Ceballos 1995, observação pessoal de JMCS).

Uso do habitat

Entre as espécies residentes na Caatinga, 284 (60,5%) são dependentes ou semi-dependentes de florestas. Este resultado demonstra a importância das florestas da região que, mesmo cobrindo originalmente somente 14% da região (IBGE 1993), ajuda a manter quase dois terços das espécies de aves. Este padrão é similar ao encontrado por Silva (1995b) para o Cerrado, onde a pequena área coberta por florestas de galeria e florestas secas (cerca de 10%) abriga mais de 60% da avifauna regional.

Mares *et al.* (1985) analisaram a fauna de mamíferos da região e concluíram que as espécies registradas para a Caatinga eram, na verdade, espécies características de ambientes méxicos, com nenhuma adaptação fisiológica às condições de semi-aridez predominantes na região. Para explicar este paradoxo

biogeográfico - uma fauna métrica em um ambiente semi-árido - Mares *et al.* (1985) propuseram que as caatingas se retraíram em numerosos refúgios semi-áridos quando as savanas/florestas expandiram na região durante os períodos métricos do Quaternário. Refúgios semi-áridos pequenos, associados às secas irregulares do nordeste brasileiro, inibiram o desenvolvimento de uma fauna de vertebrados adaptada ao ambiente seco. Em contrapartida, os brejos florestados, mantidos por chuvas orográficas ao longo do tempo, serviram como refúgios para espécies de ambientes métricos durante o máximo glacial e continuam ainda servindo como refúgios durante as secas imprevisíveis que caracterizam o atual clima da Caatinga. Fonseca *et al.* (2000), em uma análise mais detalhada de toda a mastofauna brasileira, apoiaram a sugestão de Mares *et al.* (1985) e expandiram o modelo para todo o corredor de formações abertas sul-americanas, que se estende desde a Caatinga até o Chaco.

Para verificar se hipótese de Mares *et al.* (1985) se aplica às aves é necessário estudar de forma mais detalhada tanto a origem das espécies de aves da Caatinga, através de uma análise dos seus padrões de distribuição e diferenciação, como os mecanismos pelos quais as espécies reagem à semi-aridez regional. No que diz respeito à origem das espécies da Caatinga, sugerimos que a avifauna regional é formada basicamente por três grupos de espécies: (a) espécies endêmicas com espécies-irmãs em distintas regiões sul-americanas; (b) espécies que se originaram nos ecossistemas métricos adjacentes (Amazônia, Floresta Atlântica e Cerrado) e que colonizaram a região em condições ambientais bem diferentes das atuais; e (c) espécies amplamente distribuídas na América do Sul. Excluindo o terceiro grupo, que é pouco informativo no que diz respeito à história recente da avifauna da Caatinga, o grupo de espécies de outros ecossistemas que expandiram suas distribuições na Caatinga é proporcionalmente

muito mais numeroso que o grupo de aves endêmicas, indicando que na formação da avifauna da Caatinga, o intercâmbio biótico com os ecossistemas adjacentes foi um processo biogeográfico muito mais importante do que a especiação intra ou inter-regional (Silva & Santos, no prelo).

De modo geral, as espécies podem apresentar dois tipos de respostas à semi-aridez da Caatinga: respostas fisiológicas ou respostas comportamentais. Como não há, até o momento, qualquer estudo profundo sobre a fisiologia das aves da Caatinga, torna-se difícil avaliar a importância relativa deste tipo de resposta para aves. Estudos feitos em outras regiões têm geralmente concluído que não há diferenças significativas entre aves de ambientes áridos e semi-áridos em relação às aves de ambientes mais úmidos (Bartholomeu & Cade 1963). Entretanto, em uma análise recente utilizando o método comparativo, Williams & Tielman (2002) encontraram diferenças significativas entre as aves dos ambientes secos e úmidos nas seguintes variáveis fisiológicas: taxa metabólica basal, taxa metabólica de campo, perda de água evaporada total e circulação (*turnover*) de água. Resta verificar se estas diferenças são válidas para as aves da Caatinga quando comparadas com as regiões úmidas adjacentes.

Do ponto de vista comportamental, a resposta mais comumente observada na avifauna da Caatinga é o movimento sazonal dos indivíduos para áreas de maior umidade e com oferta abundante de recursos. Na Caatinga, estes movimentos podem variar bastante em termos de distância percorrida. Há desde movimentos locais de curta a média distância para grotões, beiras de rios e cacimbas, tal como pode ser observado em toda a região durante a época seca, até movimentos migratórios regulares de longa-distância para outras regiões, tal como é o caso da população nordestina de *Sporophila lineola*, que durante a época seca migra

através da Amazônia Oriental para os Llanos da Venezuela, em um dos mais interessantes padrões migratórios existentes na América do Sul (Silva 1995c).

A maior parte da avifauna da Caatinga parece ser derivada das avifaunas dos domínios méxicos adjacentes, através de intensos intercâmbios bióticos causados pelas inúmeras mudanças climático-vegetacionais que ocorreram na região durante todo o Quaternário (Ab'Sáber 1977a, 1977b, Andrade-Lima 1981). Isto concorda com o que foi proposto por Mares *et al.* (1985). Em contraste, as respostas das aves à semi-aridez são muito mais complexas do que as descritas para os mamíferos, pois estas não dependem somente dos brejos florestados para a sua sobrevivência durante os períodos de seca, mas podem utilizar um amplo espectro de estratégias de movimentos sazonais para explorar a grande heterogeneidade ambiental que há na região.

Sensitividade aos distúrbios humanos

A grande parte das aves da Caatinga apresenta baixa e média sensibilidade aos distúrbios provocados pelo homem. O pequeno número de espécies com alta sensibilidade corresponde, em sua grande maioria, a espécies dependentes de florestas e que possuem uma distribuição bastante restrita na região. Stotz *et al.* (1996) identificaram que a maioria das aves associadas à vegetação arbustiva seca é relativamente tolerante às perturbações do ambiente, mas não apresentaram nenhuma explicação para isso. Uma possível hipótese é que, por estarem sujeitas continuamente ao estresse causado pelas mudanças sazonais em seus ambientes, tanto em escala ecológica como histórica, estas espécies apresentem maior repertório comportamental para fazer frente às modificações causadas pelas atividades humanas do que espécies associadas a ambientes naturalmente mais estáveis. Balmford (1996) apresentou algumas evidências apoiando a hipótese que

biotas que passaram por mudanças climáticas frequentes, rápidas e intensas são mais resilientes às mudanças causadas pelo homem do que as biotas de regiões ecologicamente mais estáveis. Como discutido previamente, a resiliência histórica e atual das espécies de aves das formações abertas da Caatinga está associada à heterogeneidade do ambiente e à presença dos enclaves de florestas na região (Mares *et al.* 1985). Assim, um sistema eficiente de conservação para a Caatinga deve, de alguma forma, incluir toda a heterogeneidade paisagística existente na região, dando alta prioridade para a criação de núcleos extensos (600.000 a 2.000.000 hectares) de unidades de conservação nas áreas compostas pelos enclaves florestais e pelas caatingas adjacentes. Estes núcleos de conservação devem, por sua vez, serem interligados por corredores ecológicos, visando manter para sempre os ciclos de movimentos regionais sazonais realizados pelas aves da região.

Referências bibliográficas

- AB'SÁBER, A. N. 1970. Províncias geológicas e domínios morfoclimáticos no Brasil. *Geomorfologia* 20: 1-26.
- AB'SÁBER, A. N. 1977a. Espaços ocupados pela expansão dos climas secos na América do Sul por ocasião dos períodos glaciais Quaternários. *Revista do Instituto de Geografia _ Série Paleoclimas* 3: 1-18.
- AB'SÁBER, A. N. 1977b. Os domínios morfoclimáticos na América do Sul. Primeira aproximação. *Geomorfologia* 52: 1-21.
- AGUIRRE, A. C. & A. D. ALDRIGHI 1983. Catálogo das aves do Museu da Fauna, segunda parte. IBDF, Rio de Janeiro.
- ANDRADE-LIMA, D. 1981. The caatinga dominium. *Revista Brasileira de Botânica* 4: 149-153.

- AZEVEDO-JÚNIOR, S. M., J. L. X. NASCIMENTO & I. L. S. NASCIMENTO 2000. Novos registros de ocorrência de *Antilophia bokermanni* Coelho & Silva, 1999 na Chapada do Araripe, Ceará, Brasil. *Ararajuba* 8: 133-134.
- BARTHOLOMEU, G. A. & T. J. CADE. 1963. The water economy of land birds. *Auk* 80:504-539.
- BIRDLIFE INTERNATIONAL. 2000. *Threatened birds of the world*. Lynx Editions and Bird Life International, Barcelona & Cambridge.
- BROWN, K. S., JR. 1986. Zoogeografia da região do Pantanal Matogrossense. Pp.137-138 in: Anais do I Simpósio sobre recursos naturais e sócio-econômicos do Pantanal. EMBRAPA - DDT, Brasília, Brasil.
- CEBALLOS, G. 1995. Vertebrate diversity, ecology and conservation in neotropical dry forests. Pp.195-220. in: S. H. Bullock, H. A. Mooney & E. Medina (eds.) *Seasonally dry tropical forests*. Cambridge University Press, Cambridge.
- CLEMENTS, J.F. 2000. *Birds of the World: a Check List*. Pica Press. Kent.
- COELHO, A. G. M. & W. G. SILVA 1998. A new species of *Antilophia* (Passeriformes: Pipridae) from Chapada do Araripe, Ceará, Brazil. *Ararajuba* 6: 81-84.
- CORY, C. B. 1916. Description of apparently new South American birds, with notes on some little known species. *Field Museum of Natural History Ornithological Series* 1: 337-346.
- CORY, C. B. 1919. Descriptions of new birds from South America. *Auk* 36: 88-89.
- CORY, C. B. & C. E. HELLMAYR 1925. Catalogue of birds of the Americas. *Field Museum of Natural History, Zoological Series* 13: 1-390.
- CRACRAFT, J. 1985. Historical biogeography and patterns within the South American avifauna: Areas of endemism. *Ornithological Monographs* 36: 49-84.

- D'ANGELO NETO, S. 2000. Ocorrência de *Molothrus rufoaxillaris* (Passeriformes: Emberizidae) na região de Francisco de Sá, Norte de Minas Gerais. *Melospittacus* 3: 134-136.
- EITEN, G. 1982. Brazilian "savannas". Pp. 25-47 in: Huntley, B. J. & B. H. Walker (eds.) *Ecology of tropical savannas. Ecological Studies* 42. Springer-Verlag, New York.
- FONSECA, G. A., G. HERMANN & Y. R. L. LEITE 2000. Macrogeography of Brazilian mammals. Pp. 549-561 in: J. F. Eisenberg & K. H. Redford (eds.) *Mammals of neotropics, the central neotropics*. The University of Chicago Press, Chicago.
- GONZAGA, L. P. & J. F. PACHECO. 1995. A new species of *Phylloscartes* (Tyrannidae) from the mountains of southern Bahia, Brazil. *Bulletin of the British Ornithologists' Club* 115:88-97.
- HAFFER, J. 1978. Distribution of Amazon forest birds. *Bonner Zoologische Beiträge* 1: 38-78.
- HAFFER, J. 1985. Avian zoogeography of the neotropical lowland. *Ornithological Monographs* 36: 113-146.
- HELLMAYR, C. E. 1909. Three new species and subspecies of South American Birds. *Bulletin of the British Ornithologists' Club*: 23:65-67.
- HELLMAYR, C. E. 1929. A contribution to the ornithology of Northeastern Brazil. *Field Museum of Natural History, Zoological Series* 12: 235-500.
- IBGE 1993. Mapa de vegetação do Brasil. IBGE, Rio de Janeiro.
- ISLER, M. L., P. R. ISLER & B. M. WHITNEY. 1997. Biogeography and systematics of the *Thamnophilus punctatus* (Thamnophilidae) complex. *Ornithological Monograph*. 48: 355-381.
- KIRWANN, G. M., J. M. BARNETT & J. MINNS. 2001. Significant ornithological observations from the Rio São Francisco valley, Minas Gerais, Brazil. *Ararajuba* 9:145-161.

J. M. C. Silva et al.

- LANYON, W. E. 1978. Revision of the *Myiarchus* flycatchers of South America. *Bulletin of American Museum of Natural History* 161: 431-627.
- LENCIONI NETO, F. 1996. Uma nova subespécie de *Knipolegus* (Aves, Tyrannidae) do estado da Bahia, Brasil. *Revista Brasileira de Biologia* 56: 197-201.
- LIMA, J. L. 1920. Aves coligidas nos estados de São Paulo, Mato Grosso e Bahia com algumas formas novas. *Revista do Museu Paulista* 12: 91-106.
- MARES, M. A., M. R. WILLIG & T. E. LACHER 1985. The Brazilian Caatinga in South America zoogeography: tropical mammals in dry region. *Journal of Biogeography* 12: 57-69.
- MULLER, P. 1973. Dispersal centers of terrestrial vertebrates in the Neotropical. *Biogeographica* 2: 1-244.
- NASCIMENTO, J. L. X. 2000. Estudo comparativo em duas Estações Ecológicas da Caatinga: Aiuaba e Seridó. *Melopsittacus* 3: 12-35.
- NASCIMENTO, J. L. X., I. DE L. S. DO NASCIMENTO & S. M. AZEVEDO-JÚNIOR. 2000. Aves da Chapada do Araripe (Brasil): biologia e conservação. *Ararajuba* 8: 115-125.
- OLMOS, F. 1993. Birds of Serra da Capivara National Park, in the “caatinga” of north-eastern Brazil. *Bird Conservation International* 3: 21-36.
- PACHECO, J. F. & L. P. GONZAGA. 1995. A new species of *Synallaxis* of the *ruficapilla/infuscata* complex from eastern Brazil (Passeriformes, Furnariidae). *Ararajuba* 3: 3-11.
- PACHECO, J. F. & C. BAUER 2000. As aves da Caatinga - Apreciação histórica do processo de conhecimento. *in: Workshop Avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade do bioma Caatinga*. Documento Temático, Seminário Biodiversidade da Caatinga. Petrolina.

- PARRINI, R., M. A. RAPOSO, J. F. PACHECO, A. M. P. CARVALHAES, T. A. MELO, P. S. M. FONSECA & J. MINNS. 1999. Birds of the Chapada Diamantina, Bahia, Brazil. *Cotinga* 11: 86-95.
- PINTO, O. M. O. 1938. Catálogo de aves do Brasil e lista de exemplares que as representam no Museu Paulista, 1ª parte. *Revista do Museu Paulista* 22: 1-566.
- PINTO, O. M. O. 1940. As aves de Pernambuco. Breve ensaio retrospectivo com lista de exemplares coligidos e descrição de algumas formas novas. *Arquivos de Zoologia do Estado de São Paulo* 1: 219-282.
- PINTO, O. M. O. 1944. *Catálogo das aves do Brasil, 2ª parte: Ordem Passeriformes (continuação); Superfamília Tyrannoidea e Subordem Passeres*. Departamento de Zoologia, Secretaria de Agricultura, São Paulo.
- PINTO, O. M. O. 1954. Resultados ornitológicos de duas viagens científicas ao Estado de Alagoas. *Papéis Avulsos do Departamento de Zoologia, São Paulo* 12: 1-97.
- PINTO, O. M. O. 1978. *Novo catálogo das aves do Brasil, 1ª parte*. Editora Grafia dos Tribunais, São Paulo.
- PINTO, O. M. O. & E. A. CAMARGO. 1957. Sobre uma coleção de aves da região de Cachimbo (sul do estado do Pará). *Papéis Avulsos do Departamento de Zoologia, São Paulo* 13: 51-69.
- PINTO, O. M. O. & E. A. CAMARGO 1961. Resultados ornitológicos de quatro recentes expedições do Departamento de Zoologia ao nordeste do Brasil, com a descrição de seis novas subespécies. *Arquivos de Zoologia do Estado de São Paulo* 13: 51-69.
- PRUM, R. O. 1994. Species status of the white-fronted manakin, *Lepidothrix serena* (Pipridae), with comments on conservation biology. *Condor* 96: 692-702.

- REISER, O. 1926. Liste der Vogelarten welche auf der von der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien 1903 unter Leitung von Weiland Hofrat Dr. F. Steindachner nach Nordost-Brasilien entsendeten Sammel-Expedition. *Annales des (K. K.) Naturhistorischen Hofmuseums Wien* 43: 1-73.
- RIDGELY, R. S. & G. TUDOR. 1994. *The birds of South America, vol. 1: the oscine passerines*. University of Texas Press, Austin.
- RIDGELY, R. S. & G. TUDOR. 1994. *The birds of South America, vol. 2: the suboscines passerines*. University of Texas Press, Austin.
- RIZZINI, C. T. 1997. *Tratado de fitogeografia do Brasil*. 2ª ed. Editora Âmbito Cultural Ltda, Rio de Janeiro.
- RUSCHI, A. 1951. Trochilídeos do Museu Nacional. *Boletim do Museu de Biologia Professor Mello-Leitão* 10: 1-111.
- Ruschi, A. 1962. Um nôvo representante de Colibri (Trochilidae, Aves) da região de Andaraí no Estado da Bahia. *Boletim do Museu de Biologia Professor Mello-Leitão* 32: 1-24.
- RUSCHI, A. 1963. Notes on Trochilidae: the genus *Augastes*. *Proceedings 13th International Ornithological Congressus, Ithaca*: 141-146.
- SANTOS, M. P. D. 2001. *Análise biogeográfica da avifauna de uma área de transição Cerrado-Caatinga no centro-sul do Piauí, Brasil*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Pará & Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém.
- SICK, H. 1965. A fauna do Cerrado. *Arquivos de Zoologia São Paulo* 12: 71-93.
- SICK, H. 1997. *Ornitologia Brasileira*. Editora Nova Fronteira, Rio de Janeiro.
- SICK, H., L. P. GONZAGA & D. M. TEIXEIRA 1987. A arara-azul-de-Lear, *Anodorhynchus leari* Bonaparte, 1856. *Revista Brasileira de Zoologia* 3: 441-463.

- SILVA, J. M. C. 1995a. Avian inventory of the cerrado region, South America: implications for biological conservation. *Bird Conservation International* 5: 291-304.
- SILVA, J. M. C. 1995b. Birds of the Cerrado Region, South America. *Steenstrupia* 21: 69-92.
- SILVA, J. M. C. 1995c. Seasonal distribution of the Lined Seedeater *Sporophila lineola*. *Bulletin of the British Ornithologists' Club* 115: 14-21.
- SILVA, J. M. C. 1996. Distribution of Amazonian and Atlantic birds in gallery forests of the Cerrado region, South America. *Ornitologia Neotropical* 7: 1-18.
- SILVA, J. M. C. & F. C. STRAUBE. 1996. Systematics and biogeography of scaled woodcreepers (Aves: Dendrocolaptidae) *Studies Neotropical Fauna and Environment* 31: 3-10.
- SILVA, J. M. C. & M. P. D. SANTOS (no prelo). A importância relativa dos processos biogeográficos na formação da avifauna do Cerrado e de outros biomas brasileiros. in: A. Scariot, J. M. Felili & J. C. Sousa-Silva (eds.) *Ecologia e biodiversidade do Cerrado*.
- SNETHLAGE, E. 1925. Novas espécies de aves do N. E. do Brasil. *Boletim do Museu Nacional. Rio de Janeiro* 1: 407-412.
- SNETHLAGE, E. 1927. Uma nova espécie de Dendrocolaptídeo do interior do Brasil, *Xiphocolaptes franciscanus* sp nova. *Boletim do Museu Nacional. Rio de Janeiro* 3: 58-60.
- SOUTO, A. & C. HAZIN 1995. Diversidade animal e desertificação no semi-árido nordestino. *Biológica Brasileira* 6: 39-50.
- STOTZ, D. F., J. W. FITZPATRICK, T. PARKER III & D. K. MOSKOVITS. 1996. *Neotropical Birds: Ecology and Conservation*. University of Chicago Press, Chicago.

J. M. C. Silva et al.

- VAURIE, C. 1980. Taxonomy and geographical distribution of the Furnariidae (Aves, Passeriformes). *Bulletin of American Museum of Natural History* 166: 1-357.
- VUILLEUMIER, F. 1988. Avian diversity in tropical ecosystems of South America and the design of national parks. *Biota Bulletin* 1: 5-32.
- WHITNEY, B. M., J. F. PACHECO, P. R. ISLER & M. L. ISLER 1995. *Hylopezus nattereri* (Pinto, 1937) is a valid species. *Ararajuba* 3: 37-42.
- WHITNEY, B. M., L. F. PACHECO, D. R. C. BUZZETTI & R. PARRINI. 2000. Systematic revision and biogeography of the *Herpsilochmus* complex, with description of a new species from northeastern Brazil. *Auk* 117: 869-891.
- WILLIS, E. O. 1988. *Drymophila rubricolis* (Bertoni, 1901) is a valid species (Aves, Formicariidae). *Revista Brasileira de Biologia* 48: 431-438.
- WILLIS, E. O. 1992. Zoogeographical origins of eastern Brazilian birds. *Ornitologia Neotropical* 3: 1-15.
- WILLIS, E. O. & Y. ONIKI 1991. Avifaunal transects across the open zones of northern Minas Gerais, Brazil. *Ararajuba* 2: 41-58.
- WILLIAMS, J. B. & B. I. TIELMAN 2002. Ecological and evolutionary physiology of desert birds: A progress report. *Integrative and Comparative Biology* 42: 68-75.

Apêndice. Lista das espécies de aves registradas para a região da Caatinga, com caracterização do status, uso de habitat e sensibilidade. Convenções: **Status:** RE = Espécies residentes; VN = Espécies migrantes do norte; VS = Espécies migrantes do sul; DE = Espécies com status desconhecido; EX = Espécie extinta. **Uso do habitat:** 1 = independentes, espécies associadas apenas a vegetações abertas; 2 = semi-dependentes, espécies que ocorrem nos mosaicos formados pelo contato entre florestas e formações vegetais abertas e semi-abertas; 3 = dependentes, espécies que só ocorrem em ambientes florestais. **Sensitividade:** B = Baixa sensibilidade aos distúrbios humanos; M = Média sensibilidade aos distúrbios humanos; A = Alta sensibilidade aos distúrbios humanos. **Fonte:** A = Hellmayr, 1909; B = Cory 1916; C = Cory 1919; D = Lima 1920; E = Cory & Hellmayr 1925; F = Sneath 1925; G = Pinto 1938; H = Pinto 1994; I = Ruschi 1951; J = Pinto 1954; K = Pinto & Camargo 1957; L = Pinto & Camargo 1961; M = Ruschi 1962; N = Ruschi 1963; O = Pinto 1978; P = Sick *et al.* 1987; Q = Willis & Oniki 1991; R = Olmos 1993; S = Gonzaga & Pacheco 1995; T = Pacheco & Gonzaga 1995; U = Lencioni Neto 1996; V = Silva & Straube 1996; W = Coelho & Silva 1998; X = Parrini *et al.* 1999; Y = BirdLife International 2000; Z = D'Angelo Neto 2000; AA = Nascimento 2000; AB = Nascimento *et al.* 2000; AC = Pacheco & Bauer 2000; AD = Kirwan *et al.* 2001; AE = AMNH; AF = MPEG; AG = JMC (observação pessoal).

Espécie	Status	Uso do Habitat	Sensitividade	Fonte
Tinamidae (7)				
<i>Crypturellus undulatus</i>	RE	3	B	AD
<i>Crypturellus noctivagus</i>	RE	3	M	AC
<i>Crypturellus parvirostris</i>	RE	1	B	AC
<i>Crypturellus tataupa</i>	RE	3	B	AC
<i>Rhynchotus rufescens</i>	RE	1	B	AC
<i>Nothura maculosa</i>	RE	1	B	AC
<i>Nothura boraquira</i>	RE	2	M	AC
Rheidae (1)				
<i>Rhea americana</i>	RE	1	B	AC
Podicipedidae (2)				
<i>Tachybaptus dominicus</i>	RE	1	B	AC
<i>Podilymbus podiceps</i>	RE	1	M	AC
Phalacrocoracidae (1)				

Espécie	Status	Uso do Habitat	Sensitividade	Fonte
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	RE	1	B	AC
Anhingidae (1)				
<i>Anhinga anhinga</i>	RE	1	M	AC
Anhimidae (1)				
<i>Anhima cornuta</i>	RE	1	M	AC
Anatidae (11)				
<i>Dendrocygna bicolor</i>	RE	1	B	AC
<i>Dendrocygna viduata</i>	RE	1	B	AC
<i>Dendrocygna autumnalis</i>	RE	1	B	AC
<i>Nomonyx dominicus</i>	RE	1	M	AC
<i>Cairina moschata</i>	RE	1	M	AC
<i>Sarkidiornis melanotos</i>	RE	1	M	AC
<i>Amazonetta brasiliensis</i>	RE	1	B	AC
<i>Anas georgica</i>	VS	1	B	AC
<i>Anas bahamensis</i>	RE	1	B	AC
<i>Anas discors</i>	VN	1	M	AC
<i>Netta erythrophthalma</i>	RE	1	B	AC
Ardeidae (14)				
<i>Syrigma sibilatrix</i>	RE	1	M	AC
<i>Egretta tricolor</i>	RE	2	M	AC
<i>Egretta caerulea</i>	RE	1	M	AC
<i>Egretta thula</i>	RE	1	B	AC
<i>Pilherodius pileatus</i>	RE	1	M	AC
<i>Ardea alba</i>	RE	1	B	AC
<i>Ardea cocoi</i>	RE	1	B	AC
<i>Bubulcus ibis</i>	RE	1	B	AC
<i>Butorides striatus</i>	RE	1	B	AC
<i>Nycticorax nycticorax</i>	RE	1	B	AC
<i>Nycticorax violaceus</i>	RE	2	M	L
<i>Cochlearius cochlearius</i>	RE	1	A	AC
<i>Tigrisoma lineatum</i>	RE	1	M	AC
<i>Ixobrychus involucris</i>	RE	1	M	AC
Threskiornithidae (5)				

5. Aves da Caatinga

Espécie	Status	Uso do Habitat	Sensitividade	Fonte
<i>Phimosus infuscatus</i>	RE	1	M	AC
<i>Theristicus caerulescens</i>	RE	1	M	AC
<i>Theristicus caudatus</i>	RE	1	B	AC
<i>Mesembrinibis cayennensis</i>	RE	2	M	AC
<i>Ajaia ajaja</i>	RE	1	M	AC
Ciconiidae (3)				
<i>Mycteria americana</i>	RE	1	B	AC
<i>Ciconia maguari</i>	RE	1	B	AC
<i>Jabiru mycteria</i>	RE	1	M	AC
Cathartidae (4)				
<i>Coragyps atratus</i>	RE	1	B	AC
<i>Cathartes aura</i>	RE	1	B	AC
<i>Cathartes burrovianus</i>	RE	1	M	AC
<i>Sarcoramphus papa</i>	RE	2	M	AC
Accipitridae (26)				
<i>Pandion haliaetus</i>	VN	1	M	AC
<i>Leptodon cayanensis</i>	RE	3	M	AC
<i>Chondrohierax uncinatus</i>	RE	2	B	AC
<i>Elanoides forficatus</i>	RE	1	M	AC
<i>Gampsonyx swainsonii</i>	RE	1	B	AC
<i>Elanus leucurus</i>	RE	1	B	AC
<i>Rostrhamus sociabilis</i>	RE	1	B	AC
<i>Ictinia plumbea</i>	RE	2	M	AC
<i>Circus buffoni</i>	RE	1	M	AC
<i>Accipiter striatus</i>	RE	2	M	AC
<i>Accipiter bicolor</i>	RE	3	M	AC
<i>Geranoospiza caerulescens</i>	RE	2	M	AC
<i>Buteogallus aequinoctialis</i>	RE	3	M	L
<i>Buteogallus urubitinga</i>	RE	2	M	AC
<i>Buteogallus meridionalis</i>	RE	1	B	AC
<i>Parabuteo unicinctus</i>	RE	1	B	AC
<i>Busarellus nigricollis</i>	RE	1	B	AC
<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	RE	1	M	AC

Espécie	Status	Uso do Habitat	Sensitividade	Fonte
<i>Harpyhaliaetus coronatus</i>	RE	2	M	AC
<i>Buteo magnirostris</i>	RE	1	B	AC
<i>Buteo brachyurus</i>	RE	2	M	AC
<i>Buteo swainsonii</i>	VN	1	M	AC
<i>Buteo albicaudatus</i>	RE	1	B	AC
<i>Buteo albonotatus</i>	RE	1	M	AC
<i>Asturina nítida</i>	RE	2	M	AC
<i>Spizaetus tyrannus</i>	RE	3	M	AD
Falconidae (10)				
<i>Caracara plancus</i>	RE	1	B	AC
<i>Milvago chimachima</i>	RE	1	B	AC
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	RE	2	B	AC
<i>Micrastur ruficollis</i>	RE	3	M	AC
<i>Micrastur semitorquatus</i>	RE	2	M	AC
<i>Falco sparverius</i>	RE	1	B	AC
<i>Falco femoralis</i>	RE	1	B	AC
<i>Falco rufigularis</i>	RE	3	B	AC
<i>Falco peregrinus</i>	VN	1	M	AC
<i>Falco deiroleucus</i>	RE	2	M	AC
Cracidae (3)				
<i>Ortalis motmot</i>	RE	2	B	AC
<i>Penelope superciliaris</i>	RE	3	M	AC
<i>Penelope jacucaca</i>	RE	3	A	AC
Odontophoridae (1)				
<i>Odontophorus capueira</i>	RE	3	A	AF ¹
Rallidae (14)				
<i>Anurolimnas viridis</i>	RE	2	B	AC
<i>Laterallus melanophaius</i>	RE	2	B	AC
<i>Laterallus exilis</i>	RE	1	B	AC
<i>Rallus longirostris</i>	RE	3	A	L
<i>Aramides mangle</i>	RE	3	A	AC
<i>Aramides cajanea</i>	RE	2	A	AC
<i>Aramides ypecaha</i>	RE	2	M	AC

5. Aves da Caatinga

Espécie	Status	Uso do Habitat	Sensitividade	Fonte
<i>Porzana albicollis</i>	RE	1	M	AC
<i>Neocrex erythrops</i>	RE	2	M	AC
<i>Pardirallus maculatus</i>	RE	3	M	AC
<i>Pardirallus nigricans</i>	RE	2	M	AC
<i>Porphyryla martinica</i>	RE	1	B	AC
<i>Gallinula chloropus</i>	RE	1	B	AC
<i>Gallinula melanops</i>	RE	1	M	AC
Aramidae (1)				
<i>Aramus guarauna</i>	RE	1	M	AC
Cariamidae (1)				
<i>Cariama cristata</i>	RE	1	B	AC
Jacanidae (1)				
<i>Jacana jacana</i>	RE	1	B	AC
Scolopacidae (11)				
<i>Gallinago paraguayiae</i>	RE	1	B	AC
<i>Numenius phaeopus</i>	VN	3	M	L
<i>Bartramia longicauda</i>	VN	1	M	AC
<i>Tringa melanoleuca</i>	VN	1	B	AC
<i>Tringa flavipes</i>	VN	1	B	AC
<i>Tringa solitária</i>	VN	1	B	AC
<i>Actitis macularia</i>	VN	1	B	AC
<i>Arenaria interpres</i>	VN	1	A	L
<i>Calidris pusilla</i>	VN	3	M	L
<i>Calidris minutilla</i>	VN	1	M	AC
<i>Calidris fuscicollis</i>	VN	1	M	AC
Recurvirostridae (1)				
<i>Himantopus mexicanus</i>	RE	1	M	AC
Charadriidae (6)				
<i>Phuvialis squatarola</i>	VN	1	B	L
<i>Charadrius semipalmatus</i>	VN	1	M	L
<i>Charadrius wilsonia</i>	VN	1	M	L
<i>Charadrius collaris</i>	RE	1	A	AC
<i>Vanellus cayanus</i>	RE	1	M	AC

Espécie	Status	Uso do Habitat	Sensitividade	Fonte
<i>Vanellus chilensis</i>	RE	1	B	AC
Laridae (5)				
<i>Phaetusa simplex</i>	RE	1	A	AC
<i>Sterna nilótica</i>	DE	1	A	L
<i>Sterna hirundo</i>	VN	2	M	AC
<i>Sterna superciliaris</i>	RE	1	A	AC
<i>Rynchops niger</i>	RE	1	A	AC
Columbidae (13)				
<i>Columba picazuro</i>	RE	2	M	AC
<i>Columba cayennensis</i>	RE	3	M	AC
<i>Columba plumbea</i>	RE	3	A	AD
<i>Zenaida auriculata</i>	RE	1	B	AC
<i>Columbina squammata</i>	RE	1	B	AC
<i>Columbina passerina</i>	RE	1	B	AF ²
<i>Columbina minuta</i>	RE	1	B	AC
<i>Columbina talpacoti</i>	RE	1	B	AC
<i>Columbina picui</i>	RE	1	B	AC
<i>Claravis pretiosa</i>	RE	2	B	AC
<i>Leptotila verreauxi</i>	RE	2	B	AC
<i>Leptotila rufaxilla</i>	RE	3	M	AC
<i>Geotrygon montana</i>	RE	3	M	X
Psittacidae (21)				
<i>Anodorhynchus leari</i>	RE	3	A	AC
<i>Cyanopsitta spixii</i>	EX	3	A	AC
<i>Ara ararauna</i>	RE	2	M	AC
<i>Ara chloroptera</i>	RE	3	A	AC
<i>Ara maracana</i>	RE	2	M	AC
<i>Ara acuticaudata</i>	RE	2	M	AC
<i>Ara leucophthalmus</i>	RE	2	B	AC
<i>Ara jandaya</i>	RE	2	M	AC
<i>Ara auricapilla</i>	RE	3	M	AC
<i>Ara aurea</i>	RE	1	M	AC
<i>Ara cactorum</i>	RE	2	M	AC

5. Aves da Caatinga

Espécie	Status	Uso do Habitat	Sensitividade	Fonte
<i>Pyrrhura cruentata</i>	RE	3	M	AG
<i>Pyrrhura frontalis</i>	RE	3	M	X
<i>Pyrrhura anaca</i>	RE	3	M	L
<i>Forpus crassirostris</i>	RE	1	B	AC
<i>Brotogeris tirica</i>	RE	3	B	X
<i>Brotogeris chiriri</i>	RE	2	M	AD
<i>Pionus maximiliani</i>	RE	2	M	L
<i>Amazona aestiva</i>	RE	3	M	AC
<i>Amazona amazonica</i>	RE	3	M	AD
<i>Amazona vinacea</i>	RE	3	M	X
Cuculidae (10)				
<i>Coccyzus cinereus</i>	RE	2	M	AC
<i>Coccyzus americanus</i>	VN	2	M	AC
<i>Coccyzus euleri</i>	RE	2	M	AC
<i>Coccyzus melacoryphus</i>	RE	2	B	AC
<i>Piaya cayana</i>	RE	2	B	AC
<i>Crotophaga major</i>	RE	2	M	AC
<i>Crotophaga ani</i>	RE	1	B	AC
<i>Guira guira</i>	RE	1	B	AC
<i>Tapera naevia</i>	RE	1	B	AC
<i>Dromococcyx phasianellus</i>	RE	3	M	AC
Tytonidae (1)				
<i>Tyto Alba</i>	RE	1	B	AC
Strigidae (8)				
<i>Otus choliba</i>	RE	2	B	AC
<i>Bubo virginianus</i>	RE	1	B	AC
<i>Ciccaba virgata</i>	RE	3	M	X
<i>Glaucidium brasilianum</i>	RE	2	B	AC
<i>Athene cunicularia</i>	RE	1	M	AC
<i>Aegolius harrisii</i>	RE	2	A	AC
<i>Asio stygius</i>	RE	2	M	AC
<i>Pseudoscops clamator</i>	RE	1	B	AC
Nyctibiidae (1)				

Espécie	Status	Uso do Habitat	Sensitividade	Fonte
<i>Nyctibius griseus</i>	RE	2	B	AC
Caprimulgidae (12)				
<i>Lurocalis semitorquatus</i>	RE	3	M	X
<i>Chordeiles pusillus</i>	RE	1	M	AC
<i>Chordeiles acutipennis</i>	RE	1	B	AC
<i>Chordeiles minor</i>	VN	1	B	AC
<i>Nyctiprogne vielliardi</i>	RE	3	A	AC
<i>Podager nacunda</i>	RE	1	B	AC
<i>Nyctidromus albicollis</i>	RE	2	B	AC
<i>Caprimulgus rufus</i>	RE	2	B	AC
<i>Caprimulgus longirostris</i>	RE	1	B	AC
<i>Caprimulgus parvulus</i>	RE	1	B	AC
<i>Caprimulgus hirundinaceus</i>	RE	1	M	AC
<i>Hydropsalis brasiliana</i>	RE	1	B	AC
Apodidae (6)				
<i>Cypseloides senex</i>	DE	1	M	X
<i>Streptoprocne zonaris</i>	DE	1	B	AC
<i>Streptoprocne biscutata</i>	RE	1	M	AC
<i>Chaetura meridionalis</i>	DE	2	B	AC
<i>Chaetura cinereiventris</i>	RE	2	M	AD
<i>Tachornis squamata</i>	RE	1	B	AC
Trochilidae (28)				
<i>Phaethornis pretrei</i>	RE	2	B	AC
<i>Phaethornis nattereri</i>	RE	2	M	R
<i>Phaethornis gounellei</i>	RE	3	A	AC
<i>Phaethornis rubber</i>	RE	3	M	AC
<i>Campylopterus largipennis</i>	RE	3	M	AD
<i>Eupetomena macroura</i>	RE	1	B	AC
<i>Melanotrochilus fuscus</i>	RE	3	M	X
<i>Colibri delphinae</i>	RE	1	M	M
<i>Colibri serrirostris</i>	RE	2	B	AC
<i>Anthracothorax nigricollis</i>	RE	2	B	AC
<i>Chrysolampis mosquitus</i>	RE	1	B	AC

5. Aves da Caatinga

Espécie	Status	Uso do Habitat	Sensitividade	Fonte
<i>Lophornis magnificus</i>	RE	2	B	X
<i>Chlorestes notatus</i>	RE	3	B	I
<i>Chlorostilbon aureoventris</i>	RE	2	B	AC
<i>Thalurania furcata</i>	RE	2	M	I
<i>Thalurania glaucopis</i>	RE	3	M	X
<i>Hylocharis sapphirina</i>	RE	3	M	X
<i>Hylocharis cyanus</i>	RE	2	B	I
<i>Polytmus guainumbi</i>	RE	1	M	AC
<i>Amazilia versicolor</i>	RE	3	B	X
<i>Amazilia fimbriata</i>	RE	2	B	AC
<i>Amazilia leucogaster</i>	RE	3	B	I
<i>Aphantochroa cirrochloris</i>	RE	3	M	X
<i>Augastes lumachellus</i>	RE	1	M	N
<i>Heliactin cornuta</i>	RE	1	M	X
<i>Heliomaster longirostris</i>	RE	3	M	AC
<i>Heliomaster squamosus</i>	RE	3	M	AC
<i>Calliphlox amethystina</i>	RE	2	B	AC
Trogonidae (2)				
<i>Trogon surrucura</i>	RE	3	M	X
<i>Trogon curucui</i>	RE	3	M	AC
Alcedinidae (3)				
<i>Ceryle torquata</i>	RE	1	B	AC
<i>Chloroceryle amazona</i>	RE	2	B	AC
<i>Chloroceryle americana</i>	RE	2	B	AC
Galbulidae (1)				
<i>Galbula ruficauda</i>	RE	2	B	AC
Bucconidae (4)				
<i>Nystalus chacuru</i>	RE	1	M	X
<i>Nystalus maculatus</i>	RE	2	M	AC
<i>Nonnula rubecula</i>	RE	3	A	X
<i>Chelidoptera tenebrosa</i>	RE	2	B	L
Ramphastidae (1)				

Espécie	Status	Uso do Habitat	Sensitividade	Fonte
<i>Selenidera gouldii</i>	RE	3	M	L
Picidae (12)				
<i>Picumnus pygmaeus</i>	RE	3	M	AC
<i>Picumnus albosquamatus</i>	RE	2	B	Q
<i>Picumnus fulvescens</i>	RE	2	A	AC
<i>Picumnus limae</i>	RE	3	M	F
<i>Melanerpes candidus</i>	RE	2	B	AC
<i>Veniliornis passerinus</i>	RE	2	B	AC
<i>Piculus chrysochloros</i>	RE	3	M	AC
<i>Colaptes melanochloros</i>	RE	2	B	AC
<i>Colaptes campestris</i>	RE	1	B	AC
<i>Celeus flavescens</i>	RE	3	M	AC
<i>Dryocopus lineatus</i>	RE	2	B	AC
<i>Campephilus melanoleucos</i>	RE	3	M	AC
Dendrocolaptidae (12)				
<i>Sittasomus griseicapillus</i>	RE	3	M	AC
<i>Xiphocolaptes albicollis</i>	RE	3	M	D
<i>Xiphocolaptes falcirostris</i>	RE	3	M	AC
<i>Dendrocolaptes platyrostris</i>	RE	3	M	AC
<i>Xiphorhynchus picus</i>	RE	2	B	AC
<i>Xiphorhynchus guttatus</i>	RE	3	B	K
<i>Lepidocolaptes angustirostris</i>	RE	1	M	AC
<i>Lepidocolaptes squamatus</i>	RE	3	A	E
<i>Lepidocolaptes fuscus</i>	RE	3	A	B
<i>Lepidocolaptes wagleri</i>	RE	3	A	V
<i>Campylorhamphus trochilirostris</i>	RE	3	A	AC
<i>Campylorhamphus falcularius</i>	RE	3	A	X
Furnariidae (22)				
<i>Furnarius figulus</i>	RE	1	B	AC
<i>Furnarius leucopus</i>	RE	2	B	AC
<i>Furnarius rufus</i>	RE	1	B	AC
<i>Schoeniophylax phryganophila</i>	RE	1	B	AC

5. Aves da Caatinga

Espécie	Status	Uso do Habitat	Sensitividade	Fonte
<i>Synallaxis cinerea</i>	RE	3	M	T
<i>Synallaxis frontalis</i>	RE	3	B	AC
<i>Synallaxis albescens</i>	RE	1	B	AC
<i>Synallaxis spixi</i>	RE	3	B	X
<i>Synallaxis hellmayri</i>	RE	1	M	AC
<i>Synallaxis scutata</i>	RE	2	M	AC
<i>Synallaxis sp.</i>	RE	3	M	R
<i>Cranioleuca semicinerea</i>	RE	2	M	AC
<i>Cranioleuca vulpina</i>	RE	1	M	AC
<i>Certhiaxis cinnamomea</i>	RE	1	M	AC
<i>Phacellodomus rufifrons</i>	RE	2	M	AC
<i>Phacellodomus ruber</i>	RE	2	B	AC
<i>Lochmias nematura</i>	RE	3	M	X
<i>Pseudoseisura cristata</i>	RE	2	M	AC
<i>Hylocryptus rectirostris</i>	RE	3	A	AD
<i>Sclerurus scansor</i>	RE	3	A	F
<i>Xenops rutilans</i>	RE	3	M	G
<i>Megaxenops parnaguae</i>	RE	3	A	AC
Thamnophilidae (22)				
<i>Taraba major</i>	RE	2	B	AC
<i>Sakesphorus cristatus</i>	RE	2	M	AC
<i>Thamnophilus doliatus</i>	RE	2	B	AC
<i>Thamnophilus pelzeni</i>	RE	3	B	L
<i>Thamnophilus caerulescens</i>	RE	3	B	C
<i>Thamnophilus torquatus</i>	RE	1	M	AC
<i>Dysithamnus mentalis</i>	RE	3	M	L
<i>Myrmorchilus strigilatus</i>	RE	2	M	AC
<i>Herpsilochmus atricapillus</i>	RE	3	M	AC
<i>Herpsilochmus pectoralis</i>	RE	2	M	AC
<i>Herpsilochmus longirostris</i>	RE	3	M	AB
<i>Herpsilochmus sellowi</i>	RE	2	M	AC
<i>Herpsilochmus rufimarginatus</i>	RE	3	M	X
<i>Formicivora iheringi</i>	RE	2	A	A

Espécie	Status	Uso do Habitat	Sensitividade	Fonte
<i>Formicivora grisea</i>	RE	2	B	R
<i>Formicivora melanogaster</i>	RE	2	M	AC
<i>Formicivora rufa</i>	RE	1	B	X
<i>Drymophila ochropyga</i>	RE	3	M	X
<i>Pyriglena leuconota</i>	RE	3	M	AE ³
<i>Pyriglena leucoptera</i>	RE	3	M	G
<i>Rhopornis ardesiaca</i>	RE	2	A	Y
<i>Myrmeciza loricata</i>	RE	3	M	X
Formicariidae (3)				
<i>Formicarius colma</i>	RE	3	A	X
<i>Chamaeza campanisona</i>	RE	3	A	O
<i>Hylopezus ochroleucus</i>	RE	3	M	AC
Conopophagidae (3)				
<i>Conopophaga lineata</i>	RE	3	M	AD
<i>Conopophaga cearae</i>	RE	3	A	B
<i>Conopophaga roberti</i>	RE	3	A	AE ⁴
Rhinocryptidae (2)				
<i>Melanopareia torquata</i>	RE	1	M	X
<i>Scytalopus sp.</i>	RE	3	A	X
Cotingidae (4)				
<i>Phibalura flavirostris</i>	RE	2	M	X
<i>Pyroderus scutatus</i>	RE	3	M	X
<i>Procnias averano</i>	RE	3	A	AG
<i>Procnias nudicollis</i>	RE	3	M	H
Pipridae (5)				
<i>Pipra fasciicauda</i>	RE	3	M	L
<i>Antilophia bokermanni</i>	RE	3	A	W
<i>Chiroxiphia pareola</i>	RE	3	A	J
<i>Manacus manacus</i>	RE	3	B	X
<i>Neopelma pallescens</i>	RE	3	M	AB
Tyrannidae (84)				
<i>Leptopogon amaurocephalus</i>	RE	3	M	AC
<i>Hemitriccus diops</i>	RE	3	M	X

5. Aves da Caatinga

Espécie	Status	Uso do Habitat	Sensitividade	Fonte
<i>Hemitriccus striaticollis</i>	RE	2	M	L
<i>Hemitriccus nidipendulus</i>	RE	2	B	H
<i>Hemitriccus margaritaceiventer</i>	RE	2	M	AC
<i>Hemitriccus mirandae</i>	RE	3	A	F
<i>Todirostrum plumbeiceps</i>	RE	3	M	X
<i>Todirostrum fumifrons</i>	RE	2	B	L
<i>Todirostrum cinereum</i>	RE	2	B	AC
<i>Corythopis delalandi</i>	RE	3	M	AD
<i>Phyllomyias fasciatus</i>	RE	2	M	AC
<i>Phyllomyias reiseri</i>	RE	3	M	AD
<i>Zimmerius gracilipes</i>	RE	3	M	L
<i>Campostoma obsoletum</i>	RE	1	B	AC
<i>Phaeomyias murina</i>	RE	1	B	AC
<i>Capsiempis flaveola</i>	RE	3	B	X
<i>Sublegatus modestus</i>	RE	2	M	AC
<i>Suiriri suiriri</i>	RE	1	M	AC
<i>Myiopagis caniceps</i>	RE	3	M	L
<i>Myiopagis viridicata</i>	RE	3	M	AC
<i>Elaenia flavogaster</i>	RE	2	B	AC
<i>Elaenia spectabilis</i>	DE	3	B	AC
<i>Elaenia albiceps</i>	VS	1	B	AC
<i>Elaenia parvirostris</i>	VS	1	B	AB
<i>Elaenia mesoleuca</i>	VS	3	B	X
<i>Elaenia cristata</i>	RE	1	M	P
<i>Elaenia chiriquensis</i>	RE	1	B	AB
<i>Elaenia obscura</i>	VS	3	M	X
<i>Serpophaga subcristata</i>	RE	2	B	AC
<i>Stigmatura napensis</i>	RE	1	M	AC
<i>Stigmatura budytoides</i>	RE	1	M	AC
<i>Polystictus superciliaris</i>	RE	1	M	R
<i>Euscarthmus meloryphus</i>	RE	2	B	AC
<i>Euscarthmus rufomarginatus</i>	RE	1	A	X
<i>Phylloscartes roquettei</i>	RE	3	A	H

Espécie	Status	Uso do Habitat	Sensitividade	Fonte
<i>Phylloscartes beckeri</i>	RE	3	A	S
<i>Myiornis auricularis</i>	RE	3	B	X
<i>Tolmomyias sulphurescens</i>	RE	3	M	L
<i>Tolmomyias flaviventris</i>	RE	3	B	AC
<i>Platyrrinchus mystaceus</i>	RE	3	M	L
<i>Myiophobus fasciatus</i>	RE	1	B	AC
<i>Myiobius barbatus</i>	RE	3	A	H
<i>Myiobius atricaudus</i>	RE	3	M	AC
<i>Hirundinea ferruginea</i>	RE	2	B	AC
<i>Cnemotriccus fuscatus</i>	RE	3	B	AC
<i>Lathrotriccus euléri</i>	RE	3	M	R
<i>Contopus cinereus</i>	RE	3	B	H
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	RE	1	B	AC
<i>Xolmis cinerea</i>	RE	1	B	X
<i>Xolmis velata</i>	VS	1	M	AA
<i>Xolmis irupero</i>	RE	1	B	AC
<i>Knipolegus franciscanus</i>	RE	3	M	H
<i>Knipolegus nigerrimus</i>	RE	2	M	U
<i>Fluvicola pica</i>	RE	1	M	AC
<i>Fluvicola nengeta</i>	RE	1	B	AC
<i>Arundinicola leucocephala</i>	RE	1	M	AC
<i>Satrapa icterophrys</i>	DE	1	B	AC
<i>Colonia colonus</i>	RE	3	B	X
<i>Machetornis rixosus</i>	RE	1	B	AC
<i>Casiornis fusca</i>	RE	3	M	AC
<i>Sirystes sibilator</i>	RE	3	M	X
<i>Myiarchus tuberculifer</i>	RE	3	B	X
<i>Myiarchus swainsoni</i>	RE	1	B	AC
<i>Myiarchus ferox</i>	RE	2	B	AC
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	RE	2	B	AC
<i>Tyrannus melancholicus</i>	RE	1	B	AC
<i>Tyrannus savana</i>	VS	1	B	AC
<i>Empidonomus varius</i>	RE	2	B	AC

5. Aves da Caatinga

Espécie	Status	Uso do Habitat	Sensitividade	Fonte
<i>Griseotyrannus</i>				
<i>aurantioatrocristatus</i>	VS	2	B	H
<i>Megarhynchus pitangua</i>	RE	2	B	AC
<i>Myiodynastes maculatus</i>	RE	3	B	AC
<i>Myiozetetes similis</i>	RE	2	B	AC
<i>Legatus leucophaeus</i>	RE	2	B	L
<i>Pitangus lictor</i>	RE	3	B	AC
<i>Pitangus sulphuratus</i>	RE	1	B	AC
<i>Schiffornis virescens</i>	RE	3	M	X
<i>Xenopsaris albinucha</i>	RE	1	M	AC
<i>Pachyramphus viridis</i>	RE	2	M	AC
<i>Pachyramphus castaneus</i>	RE	3	M	H
<i>Pachyramphus polychopterus</i>	RE	2	B	AC
<i>Pachyramphus marginatus</i>	RE	3	A	H
<i>Pachyramphus validus</i>	RE	3	M	AC
<i>Tityra cayana</i>	RE	3	M	L
<i>Tityra inquisitor</i>	RE	3	M	L
Corvidae (2)				
<i>Cyanocorax cristatellus</i>	RE	1	M	X
<i>Cyanocorax cyanopogon</i>	RE	2	M	AC
Vireonidae (3)				
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	RE	2	B	AC
<i>Vireo chivi</i>	RE	3	B	AC
<i>Hylophilus amaurocephalus</i>	RE	3	M	AC
Turdidae (6)				
<i>Platycichla flavipes</i>	RE	3	M	X
<i>Turdus subalaris</i>	VS	3	B	AF ⁵
<i>Turdus rufiventris</i>	RE	1	B	AC
<i>Turdus leucomelas</i>	RE	2	B	AC
<i>Turdus amaurochalinus</i>	DE	2	B	AC
<i>Turdus albicollis</i>	RE	3	M	X
Mimidae (2)				

Espécie	Status	Uso do Habitat	Sensitividade	Fonte
<i>Mimus gilvus</i>	RE	1	B	L
<i>Mimus saturninus</i>	RE	1	B	AC
Troglodytidae (4)				
<i>Donacobius atricapillus</i>	RE	1	M	AC
<i>Thryothorus genibarbis</i>	RE	3	B	L
<i>Thryothorus longirostris</i>	RE	3	B	AC
<i>Troglodytes aedon</i>	RE	1	B	AC
Sylviidae (2)				
<i>Ramphocaenus melanurus</i>	RE	3	B	X
<i>Polioptila plumbea</i>	RE	2	M	AC
Hirundinidae (9)				
<i>Tachycineta albiventer</i>	RE	1	B	AC
<i>Tachycineta leucorrhoa</i>	DE	1	B	AD
<i>Progne tapera</i>	RE	1	B	AC
<i>Progne subis</i>	VN	1	B	AC
<i>Progne chalybea</i>	RE	1	B	AC
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	RE	1	B	X
<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	RE	1	B	AC
<i>Riparia riparia</i>	VN	1	B	AC
<i>Hirundo rustica</i>	VN	1	B	AC
Motacillidae (1)				
<i>Anthus lutescens</i>	RE	1	B	AC
Fringilidae (3)				
<i>Carduelis yarrellii</i>	RE	3	A	AC
<i>Carduelis magellanica</i>	RE	1	B	AC
<i>Coryphospingus pileatus</i>	RE	2	B	AC
Parulidae (6)				
<i>Parula pitiayumi</i>	RE	3	M	AC
<i>Geothlypis aequinoctialis</i>	RE	1	B	AC
<i>Basileuterus culicivorus</i>	RE	3	M	X
<i>Basileuterus hypoleucus</i>	RE	3	B	Q
<i>Basileuterus leucophrys</i>	RE	3	M	AD
<i>Basileuterus flaveolus</i>	RE	3	M	AC

Espécie	Status	Uso do Habitat	Sensitividade	Fonte
Coerebidae (1)				
<i>Coereba flaveola</i>	RE	2	B	AC
Thraupidae (23)				
<i>Conirostrum speciosum</i>	RE	3	B	AC
<i>Conirostrum bicolor</i>	RE	2	B	AF ⁶
<i>Schistochlamys ruficapillus</i>	RE	1	B	X
<i>Schistochlamys melanopsis</i>	RE	1	B	L
<i>Neothraupis fasciata</i>	RE	1	M	X
<i>Cypsnagra hirundinacea</i>	RE	1	A	L
<i>Compothraupis loricata</i>	RE	2	A	AC
<i>Thlypopsis sordida</i>	RE	2	B	AC
<i>Hemithraupis guira</i>	RE	3	B	L
<i>Nemosia pileata</i>	RE	3	B	AC
<i>Tachyphonus rufus</i>	RE	3	B	AC
<i>Trichothraupis melanops</i>	RE	3	M	X
<i>Piranga flava</i>	RE	1	B	AC
<i>Ramphocelus bresilius</i>	RE	3	B	X
<i>Thraupis sayaca</i>	RE	2	B	AC
<i>Thraupis palmarum</i>	RE	2	B	AC
<i>Euphonia chlorotica</i>	RE	2	B	AC
<i>Euphonia violacea</i>	RE	3	B	X
<i>Tangara cyanocephala</i>	RE	3	M	L
<i>Tangara cyanoventris</i>	RE	3	M	X
<i>Tangara cayana</i>	RE	1	M	AC
<i>Dacnis cayana</i>	RE	2	B	X
<i>Tersina viridis</i>	RE	3	B	X
Emberizidae (20)				
<i>Zonotrichia capensis</i>	RE	1	B	AC
<i>Ammodramus humeralis</i>	RE	1	B	AC
<i>Arremon taciturnus</i>	RE	3	M	X
<i>Arremon franciscanus</i>	RE	3	A	AC
<i>Paroaria dominicana</i>	RE	1	B	AC
<i>Sicalis citrina</i>	RE	1	M	X

Espécie	Status	Uso do Habitat	Sensitividade	Fonte
<i>Sicalis columbiana</i>	RE	1	B	AC
<i>Sicalis flaveola</i>	RE	1	B	AC
<i>Sicalis luteola</i>	RE	1	B	AC
<i>Emberizoides herbicola</i>	RE	1	B	AC
<i>Embernagra longicauda</i>	RE	1	M	X
<i>Volatinia jacarina</i>	RE	1	B	AC
<i>Sporophila plumbea</i>	RE	1	M	X
<i>Sporophila lineola</i>	RE	1	B	AC
<i>Sporophila nigricollis</i>	RE	1	B	AC
<i>Sporophila albogularis</i>	RE	1	M	AC
<i>Sporophila leucoptera</i>	RE	1	B	AC
<i>Sporophila bouvreuil</i>	RE	1	M	AC
<i>Oryzoborus maximiliani</i>	RE	1	B	AC
<i>Oryzoborus angolensis</i>	RE	1	B	AC
Cardinalidae (5)				
<i>Saltator coerulescens</i>	RE	2	B	AC
<i>Saltator similis</i>	RE	2	B	AC
<i>Saltator atricollis</i>	RE	1	M	AC
<i>Passerina brissonii</i>	RE	3	M	AC
<i>Porphyrospiza caerulescens</i>	RE	1	M	X
Icteridae (13)				
<i>Cacicus haemorrhous</i>	RE	2	B	X
<i>Cacicus solitarius</i>	RE	2	B	AC
<i>Icterus cayanensis</i>	RE	2	M	AC
<i>Icterus jamaicaii</i>	RE	2	B	AC
<i>Agelaius cyanopus</i>	RE	1	M	AC
<i>Agelaius ruficapillus</i>	RE	1	B	AC
<i>Sturnella supercilii</i>	RE	1	B	AC
<i>Curaeus forbesi</i>	RE	3	A	Q
<i>Gnorimopsar chopi</i>	RE	1	B	AC
<i>Molothrus badius</i>	RE	1	B	AC
<i>Molothrus rufoaxillaris</i>	RE	1	B	Z

5. Aves da Caatinga

Espécie	Status	Uso do Habitat	Sensitividade	Fonte
<i>Molothrus bonariensis</i>	RE	1	B	AC
<i>Scaphidura oryzivora</i>	RE	1	B	AD

(1) Espécime coletado por E. Sneathlge, em 1910, na Serra da Ibiapaba (40°48'W, 4°39'S), Ceará, n° 07309, sexo desconhecido, (2) espécime coletado por E. Sneathlge, em 1910, em Camocim (40°50'W, 2°54'S), Ceará, n° 07298, macho, (3) Espécime coletado por E. Kaempfer, ?, em Brejão (36°28'W, 9°03'S), Pernambuco, n° 243124 a 243133, sexo desconhecido, (4) espécime coletado por E. Kaempfer, ?, em Bello Horizonte (43°W, 6°S), Piauí, n°24271, sexo desconhecido, (5) espécime coletado por JMC Silva, DC Pimentel, JNS Brígida, em 1991, em Andaraí, Fazenda Mocambo (41°21'W, 12°49'S), Bahia, n°47295, macho, (6) espécimes coletados por E. Sneathlge, em 1910, em Camocim (40°50'W, 2°54'S), Ceará, n°07001, 07002, machos.

J. M. C. Silva et al.

MAMÍFEROS DA CAATINGA

*João Alves de Oliveira, Pablo Rodrigues Gonçalves &
Cibele Rodrigues Bonvicino*

Introdução

O termo Caatinga define um dos tipos de vegetação xerófila do nordeste brasileiro, especificamente aquele encontrado sobre os solos rasos e pouco permeáveis dos afloramentos cristalinos amplamente distribuídos na região. Em um sentido mais genérico, o termo define um complexo de vegetação decídua e xerófila, heterogêneo quanto à fisionomia e estrutura, mas relativamente uniforme quanto à composição (Rizzini 1979), que se distribui na região delimitada pela isolinha de clima semi-árido, abrangendo grande parte dos estados da região nordeste e do norte de Minas Gerais. Neste complexo são incluídos os montes florestados (“brejos”, “serras”) e chapadas campestres, em formações sedimentares de arenito cretácico também características, assim como os agrestes e outras matas secas de transição encontradas na região (Hueck 1972, Rizzini 1979).

Os relatos mais antigos sobre a história natural da região nordeste, que correspondem aos primeiros séculos de colonização européia, via de regra trataram apenas das espécies mais notáveis ou de algum valor comercial, e foram baseadas principalmente em espécimes obtidos ao longo da faixa costeira, em sua maior extensão então ocupada pela Floresta Atlântica. Mesmo a partir dos antigos relatos decorrentes da dominação holandesa, é muito difícil

recompor um panorama satisfatório da biodiversidade original da Caatinga, especialmente no que diz respeito às extensões primitivas das formações vegetais e à composição e área de distribuição originais das espécies. Análises abrangentes da mastofauna de áreas incluídas neste ecossistema estão limitadas a informações coligidas em épocas mais recentes, a partir de regiões muitas vezes já alteradas.

Até a metade do século passado, os mamíferos da Caatinga foram objeto de análises baseadas em amostras reduzidas, mas que, mesmo assim, possibilitaram a identificação de novos táxons (*e.g.*, Thomas 1910, Moojen 1943). Alguns destes foram posteriormente sinonimizados quando séries mais abrangentes foram coletadas, mas estudos recentes têm sugerido a distinção da maioria. Duas grandes coleções obtidas desde então representam a diversidade de mamíferos da Caatinga. Depositados no Museu Nacional (Universidade Federal do Rio de Janeiro), estão aproximadamente 60 mil espécimes, principalmente de roedores e marsupiais, obtidos pelo Serviço Nacional da Peste entre 1952 e 1955, em 40 dos então 187 municípios do “polígono das secas” (Freitas 1957). Mais recentemente, importantes séries, incluindo quirópteros, foram obtidas durante o projeto “Ecology, evolution and zoogeography of mammals” por pesquisadores do Carnegie Museum of Natural History entre 1975 e 1978, na chapada do Araripe. Os 6576 espécimes coletados foram distribuídos entre aquele museu e o Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. Além destas, relevantes séries foram obtidas entre 1967 e 1971 por pesquisadores do Museu de Paris sob os auspícios da Organização Mundial de Saúde, em um projeto sobre a peste bubônica desenvolvido no foco de Exu-Bodocó, Pernambuco (Karimi *et al.* 1976).

Estudos realizados até o presente revelaram uma baixa incidência de endemismos entre os mamíferos da Caatinga (Mares *et al.* 1981, 1985), e uma mastofauna relativamente pobre, restrita a 80 espécies na última atualização de Willig & Mares (1989). A baixa diversidade e a ausência de adaptações fisiológicas para as condições áridas da região entre os pequenos mamíferos mais ubíquos, levaram Mares *et al.* (1985) a concluir que a fauna de mamíferos da Caatinga consiste, em sua maior parte, em um subconjunto da fauna do Cerrado.

Recentemente, revisões taxonômicas envolvendo amostras de mamíferos da Caatinga têm revelado sua distinção com relação a populações de outros ecossistemas. Estes achados sugeriram a necessidade de uma reavaliação da relevância dessa mastofauna à luz destes novos conhecimentos. O presente estudo objetiva reunir as informações disponíveis sobre a mastofauna da Caatinga no sentido de possibilitar (1) a avaliação da sua riqueza de espécies, (2) a identificação de regiões mais carentes de inventários e de áreas prioritárias para a conservação e (3) a avaliação da antigüidade e evolução do ecossistema.

Material e Métodos

O inventário aqui apresentado baseia-se nos registros bibliográficos de ocorrência de mamíferos dentro dos limites da Caatinga tal como definido no *workshop* “Avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade do bioma Caatinga”. Foram incluídos prioritariamente registros diretos, ou seja, baseados em espécimes coletados, ou ainda registros visuais publicados, totalizando 55 referências bibliográficas que continham informações geográficas passíveis de mapeamento. Os registros de Dasypodidae (Xenarthra) listados a partir de Santos (1993)

constituem exceção por terem sido realizados principalmente a partir de entrevistas. A atualização taxonômica dos registros bibliográficos seguiu Wilson & Reeder (1993) e revisões mais recentes disponíveis para alguns dos *taxa*, publicadas ou em forma de teses. Embora constem do arquivo original compilado, não são tratados registros de espécies comensais introduzidas e de animais domésticos e de criação.

Os critérios para a escolha das áreas prioritárias para conservação levaram em consideração a riqueza de espécies e os registros de espécies endêmicas e/ou ameaçadas de extinção segundo Bernardes *et al.* (1990). Estes parâmetros nortearam a classificação das áreas escolhidas em: (a) áreas apresentando possíveis exemplos de endemismos locais; (b) áreas que apresentaram alta riqueza de espécies, mas ausência de endemismos locais; e (c) áreas ameaçadas e apresentando possíveis exemplos de endemismos locais, apesar da ausência de levantamentos abrangentes. Áreas potencialmente relevantes, mas sobre as quais não se dispunha de qualquer informação publicada, foram identificadas através de vazios no mapa dos registros empíricos gerado a partir do presente levantamento bibliográfico e sua relevância foi evidenciada a partir da superposição de mapas de núcleos de desertificação, alteração da vegetação e recursos hídricos, revelando-se desta forma regiões em melhor estado de preservação.

Resultados

Apesar das informações publicadas terem sido analisadas sob uma perspectiva restritiva no que diz respeito à equivalência de formas originalmente não identificadas ao nível de espécie, este levantamento permitiu listar 143 mamíferos para a região da Caatinga.

Segue-se um resumo da representatividade taxonômica e geográfica da diversidade de mamíferos em um contexto geral na região da Caatinga, bem como em termos de município (a menor unidade geográfica abordada nesta análise). As informações que suportam as constatações relacionadas a seguir estão resumidas no apêndice, onde também está relacionada a forma de ocorrência dos diferentes táxons no âmbito da Caatinga.

Didelphimorphia: Os marsupiais estão representados por pelo menos dez espécies na Caatinga. *Monodelphis domestica*, a catita, apresenta o maior número de registros (28 municípios), seguido pelo sariguê, *Didelphis albiventris* (17), e pela cuíca *Micoureus demerarae* (oito). As espécies restantes apresentaram registros esparsos, em regiões limítrofes da Caatinga ou em enclaves méxicos. A maior ocorrência de marsupiais encontrada foi de seis espécies (Ipu, CE), mas na maioria dos municípios amostrados o número de espécies registradas situa-se em torno de quatro.

Xenarthra: Os registros referentes aos tatus (Dasypodidae) a partir de entrevistas incluem pontos através de toda a Caatinga. O tatu-de-rabo-mole (*Cabassous* sp.) estaria representado em pelo menos 108 municípios (Santos 1993), apesar de uma revisão baseada nas amostras de 34 coleções incluindo as maiores brasileiras (Wetzel 1980) não ter relacionado sequer um indivíduo para a Caatinga. Portanto, com base nas informações consultadas, não foi possível concluir a que espécie, ou espécies, pertencem aos registros de *Cabassous* da Caatinga. *Dasyopus novemcinctus*, o tatu-galinha, está listado por entrevistas em 189 municípios, mas está representado por material-testemunho ou observação direta em apenas 18. *Euphractus sexcinctus*, o tatupeba, foi relacionado por entrevistas em 191 municípios e *Dasyopus septemcinctus*, a mulita, em 54, mas registros diretos para estes táxons existem apenas para um total de quatro municípios. O tatu-bola, *Tolypeutes tricinctus*

consta das entrevistas em 76 municípios, mas de apenas sete são os registros diretos. Entre os Myrmecophagidae, *Tamandua tetradactyla*, o tamanduá-colete, está registrado em sete municípios, *Cyclopes didactylus* (tamanduá) em dois e *Myrmecophaga tridactyla*, o tamanduá-bandeira, em apenas um.

Chiroptera: Registros bibliográficos dos morcegos da Caatinga incluem 64 espécies. A maior riqueza foi verificada nas áreas melhor amostradas, situadas nos municípios de Exu (PE), Crato (CE), Jaíba (MG) e São Raimundo Nonato (PI), em que se registraram, respectivamente, 31, 26, 25 e 24 espécies.

As espécies mais amplamente representadas foram o morcego-beija-flor *Glossophaga soricina* (15 municípios), os morcegos-frugívoros *Artibeus lituratus* (10), *Artibeus jamaicensis* (10) e *Carollia perspicillata* (nove), os morcegos-insetívoros *Molossus molossus* (oito) e *Platyrrhinus lineatus* (sete) e o morcego-vapiro *Desmodus rotundus* (sete). Algumas localidades destacam-se por apresentarem os únicos registros de diversas espécies de quirópteros na Caatinga. São elas Crato (*Artibeus concolor*, *Lasiurus borealis*, *Natalus stramineus*), Jaíba (*Eptesicus brasiliensis*, *Chrotopterus auritus*, *Eumops perotis*, *Peropteryx kappleri*), Exu (*Micronycteris schmidtorum*, *M. megalotis*, *Mimon crenulatum*, *Promops* sp., *Tonatia brasiliense*, *T. silvicola*), São Raimundo Nonato (*Histiotus* sp., *Mimon bennettii*, *Myotis nigricans*, *Tonatia bidens*), Valença do Piauí (*Eumops auripendulus*, *Lonchorhina aurita*, *Molossops abrasus*), Canudos (*Lonchophyla bockermanni*) e Juazeiro (*Rhogeessa tumida*).

Primates: Registros de primatas em diferentes municípios da Caatinga incluem os guaribas *Alouatta ululata* e *A. caraya* em seis e três municípios respectivamente, o macaco-prego (*Cebus apella*) em quatro municípios, e o sauá, *Callicebus barbarabrownae*, em três. A descoberta de populações recentes de *Callicebus* na região

da Serra da Quixaba (Canudos, Jeremoabo e Monte Santo) por Marinho-Filho & Veríssimo (1997) sugere a possibilidade da existência desta forma em outros enclaves mésicos da Caatinga. Os registros de *Alouatta belzebul* no nordeste estão restritos à faixa costeira (Gregorin 1995), não sendo, portanto, aqui considerados. Entre os Callithricidae existem registros para os sagüis *Callithrix jacchus* (10 municípios) e *C. penicillata* (um).

Rodentia: Os roedores estão representados por aproximadamente 22 espécies da subordem Sciurognathi (20 Muridae e dois Sciuridae) e por 12 espécies da subordem Hystricognathi. Os sciurídeos foram registrados em Penedo, AL (*Sciurus aestuans*, o caxinguelê) e Maranguape, CE (*S. alphonsei*, o paracatota).

Entre os murídeos (subfamília Sigmodontinae), *Wiedomys pyrrhorhinus* (localmente denominado de rato-palmatória, rato-bico-de-lacre, ou ainda rato-de-aveloz) e *Oryzomys* aff. *subflavus*, o rato-do-algodão, foram registrados em um maior número de municípios (20), seguidos por *Oligoryzomys nigripes*, o rato-catingueiro (19) e *Bolomys lasiurus*, o pixuna (15). As amostras do nordeste tradicionalmente referidas a *Oligoryzomys eliurus* foram incluídas em *O. nigripes* seguindo a tendência atual de considerar estas formas sinônimas (e.g., Bonvicino & Weksler 1998). É possível que as amostras não cariotipadas identificadas como *O. eliurus* para a Caatinga sejam de fato representantes de *O. nigripes*, *O. fornesi* ou *O. stramineus*, ou ainda de *O. eliurus*, se esta espécie for diferenciada de *O. nigripes*. Os municípios que apresentaram maior diversidade de Muridae foram Caruaru e Garanhuns (11 espécies cada), Ipu (nove), Crato (oito) e Jaíba (sete). Apesar dos registros bibliográficos de *Calomys callosus* para a Caatinga, Bonvicino & Almeida (2000) esclareceram que a forma amplamente distribuída no ecossistema é *Calomys expulsus*, o rato-calunga.

O número de espécies de murídeos registrados para a Caatinga tem apresentado tendência a um aumento à medida que as coleções disponíveis vêm sendo melhor estudadas em revisões mais abrangentes (e.g., Tribe 1996, Weksler 1996, Oliveira 1998, Bonvicino & Weksler 1998, Bonvicino & Almeida 2000). A abordagem citogenética tem possibilitado a diferenciação entre amostras de *Oryzomys subflavus* de localidades de Pernambuco e Paraíba (referidas como *Oryzomys subflavus* variante 1), de localidades da Bahia e Minas Gerais referidas como *Oryzomys subflavus* variante 3 (Bonvicino *et al.* 1999), bem como o reconhecimento de três espécies de *Oligoryzomys* para o nordeste do Brasil (Bonvicino & Weksler 1998).

Roedores histricognatos registrados em maior número de localidades foram o mocó, (*Kerodon rupestris*) em 32 municípios, a preá (*Galea spixii*), em 31 e o punaré (*Thrichomys apereoides*), em 20. Algumas espécies apresentaram poucos registros, ainda que amplamente distribuídos na Caatinga, como a cutia *Dasyprocta primnolopha* (13 municípios) e o rato-coró *Phyllomys lamarum* (sete). Dos ratos-de-espinho, duas das formas referidas a *Trinomys albispinus* apresentam registros para os municípios da Caatinga, em sua maior parte no Estado da Bahia: *T. a. sertonius*, em cinco municípios, e *T. a. minor*, em um. *Trinomys yonenagae* também foi registrado na Caatinga em três municípios da Bahia, em dunas do rio São Francisco, e o rato-fidalgo, *Proechimys cayennensis*, foi apenas registrado para Ipu, CE.

Thrichomys apereoides tem sido objeto de análises de variabilidade geográfica. Dados craniométricos sugerem a diferenciação da população de Bodocó em relação às amostras de outros municípios do nordeste (Bandouk & Reis 1995), em um padrão inconsistente com a estrutura subespecífica descrita para a espécie. Este resultado é indicativo da possibilidade de existência

de mais de uma forma de *Thrichomys* ocorrendo na região da Caatinga, o que também tem sido postulado com base em informação citogenética (Svartman 1988, Leal-Mesquita 1991).

Lagomorpha: O único lagomorfo silvestre, *Sylvilagus brasiliensis*, o tapiti, foi registrado em sete municípios espaçadamente distribuídos na região de Caatinga.

Carnivora: Desta ordem foram obtidos registros para 14 espécies, sendo seis Felidae, quatro Mustelidae, três Procyonidae e um Canidae, todas em mais de um município. Os maiores números de espécies na ordem foram registrados para São Raimundo Nonato, PI (10), Ubajara, CE (oito) e Crato, CE (cinco). Estes números devem ser considerados com cautela, considerando-se a provável extinção local de diversas espécies em função da pressão de caça generalizada.

Artiodactyla e Perissodactyla: *Mazama americana* (veado-mateiro), *M. gouazoupira* (veado-catingueiro) e *Pecari tajacu*, (caititu), estão registrados em poucos municípios amplamente distribuídos, sugerindo que as amostras representam populações relictuais de espécies antes ubíquas. Esta também deve ser a causa dos raros registros do queixada (*Tayassu pecari*) e da anta (*Tapirus terrestris*).

Discussão

As 143 espécies aqui relacionadas (Apêndice) representam um acréscimo substancial aos números de mamíferos obtidos para a área da Caatinga em estudos prévios (Willig & Mares 1989, Fonseca *et al.* 1996). Willig & Mares (1989) listaram 80 espécies para a Caatinga a partir de uma relação preliminar de 86 espécies levantadas para o nordeste do Brasil (Mares *et al.* 1981), eliminando registros exclusivos para a Mata Atlântica bem como

espécies apenas verificadas nos habitats úmidos da Caatinga. Com base em uma compilação mais recente, Fonseca *et al.* (1996) listaram 101 mamíferos com ocorrência na Caatinga.

Na presente compilação, quatro municípios, Exu (PE), Crato (CE), São Raimundo Nonato (PI) e Jaíba (MG), apresentaram os maiores números de espécies de mamíferos, com amostras variando entre 55 e 59 espécies (Apêndice, Figura 1). Os dois primeiros municípios são geograficamente contíguos e foram inventariados durante o mesmo projeto, enquanto os restantes encontram-se distanciados entre si e em relação aos primeiros, e foram amostrados em projetos distintos. A coincidência no número de espécies registradas nessas quatro localidades sugere que o patamar aproximado de 60 espécies seja representativo da diversidade local na Caatinga. Quando comparados com localidades bem inventariadas na Amazônia, em que se registraram entre 93 e 139 espécies de mamíferos (Voss & Emmons 1996), estes números confirmam que, em uma escala local, a Caatinga apresenta menor riqueza de espécies. Considerando todos os registros reportados neste trabalho, a riqueza global de espécies presentes na Caatinga (143 espécies) continua inferior em relação à Mata Atlântica (229 espécies - Fonseca *et al.* 1996), contudo mais próxima à riqueza estimada para o Cerrado (159 espécies), seguindo estimativas mais recentes (Fonseca *et al.* 1996).

Do total de 115 espécies registradas nos municípios melhor inventariados, apenas 17 (aproximadamente 15%) foram comuns aos quatro, e 36 (31%) a pelo menos três. Este resultado revela que, enquanto algumas espécies estão amplamente distribuídas, certos subconjuntos da mastofauna encontram-se restritos a algumas áreas, formando comunidades de mamíferos geograficamente distintas no âmbito da Caatinga.

6. Mamíferos da Caatinga

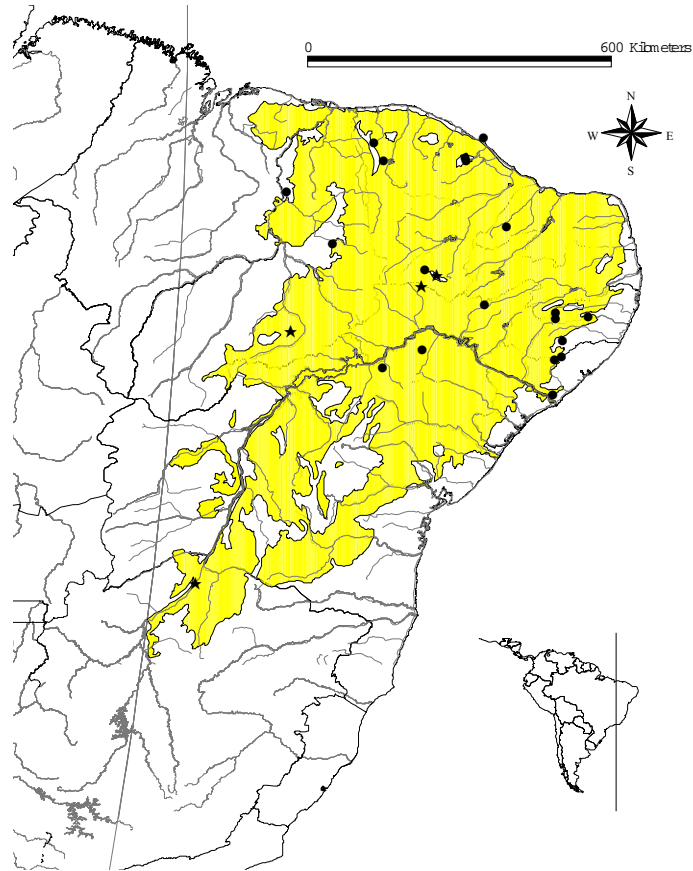


Figura 1. Localização dos melhores inventários disponíveis para a Caatinga (área pontilhada): estrelas representam localidades com aproximadamente 60 espécies de mamíferos registradas e círculos representam localidades com inventários totalizando entre 10 e 30 espécies. 1- Jaiba, MG; 2- São Raimundo Nonato, PI; 3- Exu, PE; 4- Crato, CE; 5- Penedo, AL; 6- Juazeiro, BA; 7- Curaçá, BA; 8- Palmeira dos Índios, AL; 9- Quebrangulo, AL; 10- Garanhuns, PE; 11- Pesqueira, PE; 12- Caruaru, PE; 13- Poção, PE; 14- Serra Talhada, PE; 15- Nova Olinda, CE; 16- Valença do Piauí, PI; 17- Viçosa, AL; 18- Teresina, PI; 19- Ipu, CE; 20- Baturité, CE; 21- Pacoti, CE; 22- Ubajara, CE; 23- Fortaleza, CE.

Sob a premissa de que os números revelados para essas quatro localidades sejam representativos da riqueza local de espécies, este resultado revela ainda que a maioria das localidades restantes mostrou menos do que metade das espécies esperadas. De fato, apenas para Ubajara (CE) foram registradas 30 espécies, e somente em 18 outros municípios o número de espécies levantadas situou-se entre 10 e 29 (Apêndice). Se por um lado estes resultados são indicativos de uma menor riqueza de espécies em relação a outros ambientes, os mesmos não podem ser utilizados na comparação da riqueza de espécies entre diferentes regiões da Caatinga, uma vez que refletem principalmente restrições conceituais ou metodológicas dos inventários e os diferentes esforços de amostragem empregados. Muitos projetos concentraram-se em apenas algumas ordens de mamíferos, como foi o caso do Serviço Nacional da Peste, cujos inventários restringiram-se aos pequenos mamíferos não-voadores. Mesmo excetuando os quirópteros, que correspondem a mais de 50% das espécies nas localidades melhor amostradas da Caatinga, a comparação entre números de espécies obtidos em inventários independentes, em que se empregaram diferentes métodos de captura e esforços de coleta, torna pouco informativas as comparações entre as 19 localidades que apresentaram entre 10 e 30 espécies. Estas localidades são mapeadas, entretanto, juntamente com as quatro localidades que apresentaram os maiores números de espécies, para possibilitar a visualização da representatividade mastozoológica da Caatinga. Apesar das extensas séries disponíveis em coleções, os inventários de mamíferos realizados até o presente são freqüentemente incompletos e estão concentrados em algumas regiões, em geral próximas aos limites da Caatinga e em enclaves méxicos. Como resultado, vastas áreas da Caatinga ainda não foram objeto de inventários abrangentes (Figura 1).

A mastofauna da Caatinga pode ser dividida de uma forma preliminar em três grupos principais: (1) espécies endêmicas ou que apresentam grande parte da distribuição na área da Caatinga (representadas pelos tipos de ocorrência “a”, “b” e “c” no apêndice, totalizando 19 espécies); (2) espécies amplamente distribuídas em outras áreas, mas que apresentam registros esporádicos na Caatinga (tipo de ocorrência “d”, no Apêndice, 16 espécies), e, finalmente, (3) espécies amplamente distribuídas na Caatinga e em outras áreas (tipo de ocorrência “e” do Apêndice, 102 espécies). É interessante notar que os números de espécies dos grupos 1 e 2, que alternativamente podem ser utilizados como evidência favorável ou contrária à hipótese de maior antiguidade da Caatinga, são muito semelhantes.

Em relação às espécies do grupo 1, duas parecem ser endêmicas da Caatinga. Como esclarecido recentemente, os registros geográficos referidos a *Wiedomys pyrrhorhinos* fora deste ecossistema consistem em identificações errôneas de outros sigmodontinos fenotipicamente semelhantes (González & Oliveira 1997). Da mesma forma, espécimes de fora da Caatinga referidos ao gênero *Kerodon* foram recentemente diferenciados como uma nova espécie, *Kerodon acrobata* Moojen, Locks & Langguth, 1997. Apesar de ainda pouco estudadas, *Wiedomys pyrrhorhinus* e *Kerodon rupestris*, espécies hoje amplamente distribuídas na área da Caatinga, podem constituir-se em remanescentes de linhagens evolutivas autóctones desta área. Estas espécies não foram encontradas no material fóssil do Quaternário extraído de grutas calcáreas localizadas em regiões externas à Caatinga (Winge 1887, Salles *et al.* 1999), sugerindo uma diferenciação autóctone. Análises moleculares recentes sobre a radiação dos sigmodontinos sul-americanos estimaram a divergência de *Wiedomys pyrrhorhinus* entre 10 e 14 milhões de anos (Smith & Patton 1999), uma das

mais antigas no grupo, o que vem a corroborar uma hipótese de maior antiguidade da Caatinga.

As espécies do grupo 2, amplamente distribuídas em outras regiões, mas que apresentam registros esporádicos em enclaves méxicos na região da Caatinga, têm sido apontadas como exemplos de que estes ambientes constituem remanescentes de um contínuo florestado em um passado relativamente recente. O presente trabalho mostra que o número de registros de espécies do grupo 2 – que têm sustentado a hipótese do surgimento recente da Caatinga – é relativamente pequeno. Em trabalhos taxonômicos recentes, algumas dessas espécies, tradicionalmente consideradas representantes isoladas de populações da Mata Atlântica e do Cerrado, têm revelado distinção com relação a amostras congênicas de outros ecossistemas (*e.g.*, Tribe 1996, Weksler 1996, Gregorin 1995, Bonvicino *et al.* 1999). O fato de parte desta fauna ocorrer preferencialmente em habitats mais méxicos não a desqualifica necessariamente como uma possível fauna endêmica da Caatinga, uma vez que este ecossistema também inclui fisionomias vegetais florestais.

De maneira similar, algumas das espécies do grupo 3, particularmente aquelas que são características de outros ecossistemas com formações abertas, são insuficientemente conhecidas para que se descarte a hipótese de que as populações da Caatinga constituam unidades diferenciadas. Este pode ser o caso de *taxa* amplamente distribuídos na Caatinga propriamente dita, referidos na literatura como *Monodelphis domestica*, *Thrichomys apereoides* e *Galea spixii*. Estas e outras formas têm sido tradicionalmente consideradas invasoras recentes, de modo que supôs-se que as mais amplamente distribuídas na Caatinga apresentam um relativo grau de tolerância ao regime pluvial imprevisível que caracteriza o ecossistema, sobrevivendo em

épocas de estiagem prolongada nos micro-habitats méxicos associados às serras e chapadas (Mares 1985). Entretanto, como sugerido acima com base em estudos recentes (*e.g.*, Leal-Mesquita *et al.* 1993), também algumas destas espécies poderiam constituir-se em remanescentes de uma mastofauna própria da Caatinga.

Uma parte considerável das paisagens abertas do nordeste do Brasil parece, porém, relativamente recente em termos de formação. As informações históricas disponíveis (resumidas em Coimbra-Filho & Câmara 1996) sugerem que diversas paisagens hoje incluídas na região da Caatinga tenham resultado de um processo agressivo de modificação antrópica, que aparentemente não distinguiu áreas florestadas das áreas de vegetação aberta original. Conquanto encontrem suporte no padrão de distribuição disjunta de diversas espécies de mamíferos amazônicos e atlânticos, estas constatações não restringem a possibilidade da diferenciação de comunidades e espécies próprias da Caatinga nas repetidas vezes em que as áreas áridas se expandiram, e de sua extinção em larga escala durante períodos méxicos do Pleistoceno, quando as florestas tropicais ter-se-iam expandido através do nordeste do Brasil (Sarmiento 1975). Como previamente sugerido, o número reduzido de espécies endêmicas da Caatinga poderia ser explicado pela grande retração das áreas áridas no passado (Mares 1985), o que pode ter ocasionado a extinção de formas especialistas e com distribuição restrita. Vale salientar que as duas espécies endêmicas, *Kerodon rupestris* e *Wiedomys pyrrhorhinus*, encontram-se hoje amplamente distribuídas na Caatinga, em um padrão que poderia ter aumentado a probabilidade de sobrevivência destas linhagens em épocas de expansão de florestas.

A constatação de que as poucas localidades mais bem amostradas apresentam composições de espécies diferenciadas evidencia a necessidade de se delimitar unidades de conservação

em áreas pouco alteradas, em diferentes regiões da Caatinga (Tabela 1). A variação na composição de espécies entre localidades e a natureza incompleta da maioria das amostras revelam a necessidade da realização de inventários mais abrangentes, incluindo um maior número de ordens de mamíferos, e em diferentes regiões da Caatinga (Tabela 2). Em termos práticos, essas determinações implicam o aproveitamento de um maior número dos espécimes resgatados durante a implantação de hidrelétricas, canais de irrigação, açudes e outros empreendimentos, para fins de coleção. Da mesma forma, deveriam ser aproveitados os espécimes coletados em projetos de saúde pública em desenvolvimento na região, como é o caso do monitoramento da peste bubônica em Pernambuco. Tais projetos, caracterizados pela sua longa duração e pela amostragem intensiva de algumas regiões, podem vir a revelar a presença de espécies raras ou mesmo não registradas para a Caatinga.

Melhores séries amostrais de mamíferos, representativas da diversidade de habitats da Caatinga, e incluindo preparações citogenéticas e a preservação de material genético, vão viabilizar a inclusão de amostras deste ecossistema em revisões taxonômicas amplas, e possivelmente revelarão outras distinções locais em adição às já evidenciadas. Juntamente a estas, as vultosas séries obtidas em um grande número de localidades pelo Serviço

Nacional da Peste ainda não foram estudadas em sua totalidade, e as chances de se encontrar neste acervo espécies ainda não registradas são grandes. Além dos estudos taxonômicos clássicos, o emprego de métodos moleculares viabilizará estimativas da antiguidade dos *taxa* estudados, possibilitando desta maneira um maior entendimento da evolução da mastofauna na Caatinga.

Tabela 1. Áreas prioritárias para a conservação da diversidade de mamíferos na Caatinga: (A) áreas apresentando possíveis exemplos de endemismos locais; (B) áreas que apresentaram alta riqueza de espécies, mas ausência de endemismos locais, e (C) áreas ameaçadas e apresentando possíveis exemplos de endemismos locais, apesar da ausência de levantamentos abrangentes.

Áreas e municípios	Classificação
Dunas de areia do rio São Francisco, Bahia (Barra, Pilão Arcado, Gentião do Ouro e Xique-Xique).	A
Base da chapada do Araripe, Ceará (Crato, Barbalho, Juazeiro do Norte, Missão Velha e Caririçu).	A
Base da chapada da Diamantina, Bahia (Mucujê e Palmeiras).	A
Base da chapada de Ibiapaba, Ceará (São Benedito, Guaraciaba do Norte, Croatá, Ipueiras, Ubajara e Timon).	A
Entorno do raso da Catarina, Bahia (Jeremoabo).	A
Morro do Chapéu, Bahia (Morro do Chapéu).	A
Base da serra de Baturité, Ceará (de Pacoti, Baturité, Caridade, Capistrano, Canindé e Aratuba).	A
Parque Nacional da Serra das Confusões, Piauí (Caracol, Anísio de Abreu, São Braz do Piauí e Canto do Buriti).	A
Parque Nacional Serra da Capivara, Piauí (São Raimundo Nonato, São João do Piauí, Canto do Buriti e Coronel José Dias).	A
Contato entre PN da Serra das Confusões e PN Serra da Capivara, Piauí (Canto do Buriti).	A
Monte Alegre, Sergipe (Monte Alegre).	A
Caruaru e Arredores (Caruaru, São Caitano, Brejo da Madre de Deus e Riacho das Almas).	B

Áreas e municípios	Classificação
Caatingas do rio São Francisco, Minas Gerais (Jaíba, Itacarambi, Manga e Matias Cardoso).	B
Valença do Piauí, Piauí (Valença do Piauí, São João da Canabrava, Pimenteiras e Inhuma).	C
Exu, Pernambuco (Exu).	C
Região de Triunfo, Pernambuco (Triunfo, Flores e Calumbi).	C
Ibipeba, Bahia (Ibipeba).	C
Piancó, Paraíba (Piancó).	C

Tabela 2. Áreas potencialmente relevantes, mas sobre as quais não se dispunha de qualquer informação publicada e, portanto, prioritárias para inventários mastozoológicos na Caatinga.

Áreas e municípios
<ul style="list-style-type: none">• Norte do Maranhão (Chapadinha, Mata-Roma, Anapurus, Ardioses, Magalhães de Almeida, São Bernardo, Tutóia, Barreirinhas, Primeira Cruz e Urbano Santos).• Região de Babaçual no Piauí (Brasileira, Campo Maior, Capistrano, Esperantina, Coivaras, José de Freitas, Lagoa Alegre, Altos, Barras, Batalha, Buriti dos Lopes, Cabeceiras do Piauí, Alto Santos, Beneditinos, Joaquim Pires, Porto, Prata do Piauí, Matias Olímpio, São João da Serra e São José do Divino).• Centro do Ceará (Monsenhor Tabosa, Nova Russas, Pedra Branca, Quixeramobim, Santa Quitéria, Tamboril, Boa Viagem, Canindé, Chaval, Crateús, Independência, Hidrolândia, Iraçuba, Itatira e Sobral).• Rio Grande do Norte (Afonso Bezerra, Angicos, Barcelona, Bento Fernandes, Campo Redondo, Caiçara do Rio do Vento, Cerro Corá, Currais Novos, Jandaíra, Jardim de Angicos, Florânia, Lagoa Nova, Lages, Pedra Preta, Riachuelo, Ruy Barbosa, Santana dos Matos, Santa Cruz, São Paulo do Potengi, São Tomé, São Vicente, Sítio Novo, Lages Pintadas e Pedro Avelino).• Norte da Paraíba (Belém do Brejo da Cruz, Brejo da Cruz, Catolé do Rocha, Jardim das Piranhas, Jericó, João Dias, Janduis, Riacho dos Cavalos, São Bento e São Fernando).

Áreas e municípios

- Centro de Pernambuco (Águas Belas, Alagoinha, Arcoverde, Buíque, Caetés, Custódia, Jati, Ibimirim, Paranatama, Pesqueira, Pedra, Saloá, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Sertania e Tupanatinga).
 - Centro da Bahia (Araci, Banzaê, Biritinga, Candeal, Cansanção, Capela do Alto Alegre, Conceição do Coité, Euclides da Cunha, Filadélfia, Gavião, Ichu, Itiúba, Monte Santo, Nordestina, Nova Fátima, Nova Soure, Pé de Serra, Ponto Novo, Queimadas, Quijingue, Retirolândia, Riachão do Jacuípe, Ribeira do Pombal, Sátiro Dias, São Domingos, Santaluz, Serrinha, Teofilândia, Tucano e Valente).
 - Arredores de Bom Jesus da Lapa (Municípios de Bom Jesus da Lapa, Boquira, Macaúbas, Paratinga, Piritiba e Santana do Riacho).
 - Áreas de Caatingas do norte de Minas Gerais (Espinosa, Mamonas, Mato Verde, Monte Azul e Porteirinha).
-

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Consórcio Coordenador do *workshop* “Avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade do bioma Caatinga” pela disponibilização de software e recursos para a compilação bibliográfica que originou este trabalho. Em especial agradecemos aos demais componentes do Grupo Temático de Mamíferos reunido durante o referido *workshop*: Ademar Coimbra-Filho, Antonio Souto, Daniel Ricardo Scheibler, Frank Wolff e Pedro Luis Bernardo da Rocha, que dividiram suas experiências e participaram ativamente na determinação das áreas prioritárias para a conservação e inventários de mamíferos na Caatinga, reportadas nas tabelas 1 e 2. As interpretações e conclusões do presente trabalho são, entretanto, de responsabilidade dos autores. Finalmente, somos gratos a Inara R. Leal, Marcelo Tabarelli e José Maria Cardoso da Silva (UFPE) pelo convite para elaborar este capítulo, e a Leila Maria Pessoa,

Carlos Alves de Oliveira e Christopher James Tribe pela leitura crítica de versões preliminares. Este trabalho é dedicado ao Dr. Celso Arcoverde de Freitas, pioneiro nos inventários da mastofauna da Caatinga.

Referências bibliográficas

- ARAÚJO, A. J. G., A. M. PESSIS, C. GUÉRIN, C. M. M. DIAS, C. ALVES, E. S. SALVIA, F. OLMOS, F. PARENTI, G. D. FELICE, J. PELLERIN, L. EMPERAIRE, M. CHAME, M. C. S. M. LAGE; M. FAURE, N. GUIDON, R.P. MEDEIROS & P. R. G. SIMÕES. 1998. *Parque Nacional da Serra da Capivara, Piauí, Brasil*. Fundham, São Raimundo Nonato.
- AVILA-PIRES, F. D. 1965. The type specimens of Brazilian mammals collected by Prince Maximilian zu Wied. *American Museum Novitates* 2209: 1-21.
- BANDOUK, A. C. & S. F. DOS REIS, S. F. 1995. Craniometric variation and subspecific differentiation in *Thrichomys apereoides* in northeastern Brazil (Rodentia: Echimyidae). *Zeitschrift für Säugetierkunde* 60: 176-185.
- BAPTISTA, M. & J. A. OLIVEIRA. 1998. New records of *Lonchophylla bockermanni* (Chiroptera, Lonchophyllinae). Pp. 47 in: Abstracts of 11th International Bat Research Conference, Pirenópolis, Brasil.
- BERNARDES, A. T., A. B. C. MACHADO & A. B. RYLANDS. 1990. *Fauna brasileira ameaçada de extinção*. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte.
- BONVICINO, C. R. 1994. *Especiação do Rato d'água Nectomys (Rodentia, Cricetidae): Uma abordagem citogenética, morfológica e geográfica*. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

- BONVICINO, C. R. & F. C. ALMEIDA. 2000. Karyotype, morphology and taxonomic status of *Calomys expulsus* (Rodentia: Sigmodontinae). *Mammalia* 64: 339-351.
- BONVICINO, C. R., I. B. OTAZU & P. M. BORODIN. 1999. Chromosome variation in *Oryzomys subflavus* species group (Sigmodontinae, Rodentia) and its taxonomic implication. *Cytologia* 64: 327-332.
- BONVICINO, C. R. & M. WESKLER. 1998. A new species of *Oligoryzomys* (Rodentia, Sigmodontinae) from northeastern and central Brazil. *Zeitschrift für Säugetierkunde* 63: 90-103.
- BRANDT, R. S. & L. M. PESSÔA, 1994. Intrapopulation variability in cranial characters of *Oryzomys subflavus* (Wagner, 1842) (Rodentia: Cricetidae), in northeastern Brazil. *Zoologischer Anzeiger* 233: 45-55.
- CAMARDELLA, A. R., L. M. PESSÔA & J. A. OLIVEIRA. 1998. Sexual dimorphism and age variability in cranial characters of *Oryzomys subflavus* (Wagner, 1842) (Rodentia, Sigmodontinae), from northeastern Brazil. *Bonner Zoologischer Beiträge* 48: 9-18.
- COIMBRA-FILHO, A. F. & I. G. CÂMARA. 1996. *Os Limites originais do bioma Mata Atlântica na região Nordeste do Brasil*. FBCN, Rio de Janeiro.
- FONSECA, G. A. B., G. HERRMANN, Y. L. R. LEITE, R. A. MITTERMEIER, A. B. RYLANDS & J. L. PATTON. 1996. Lista anotada dos mamíferos do Brasil. *Occasional Papers in Conservation Biology* 4:1-38.
- FREITAS, C. A. DE. 1957. Notícia sobre a peste no nordeste. *Revista Brasileira de Malariologia e Doenças Tropicais* 9: 123-133.
- FREITAS, R. R. & P. L. B. ROCHA. 2000. Pequenos mamíferos terrestres em cinco tipos de hábitat na caatinga de Curaçá, BA. Pp 549 in: Resumos do XXIII Congresso Brasileiro de Zoologia, Cuiabá, Brasil.
- GONZÁLEZ, E. M. & J. A. OLIVEIRA. 1997. La distribución geográfica de *Wiedomys pyrrhorhinos* (Wied, 1821) y *Wilfredomys oenax* (Thomas,

- 1928) (Rodentia: Muroidea). Pp. 65 *in*: Resúmenes XII Jornadas Argentinas de Mastozoología, Mendoza, Argentina.
- GREGORIN, R. 1995. *Variação geográfica e taxonômica das espécies brasileiras do gênero Alouatta Lacepede, 1799 (Primates, Atelidae)*. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- GREGORIN, R. 1998. Notes on the geographic distribution of *Neoplatymops mattogrossensis* (Vieira, 1942) (Chiroptera, Molossidae). *Chiroptera Neotropical* 4: 88-89.
- GUEDES, P. G., D. M. BORGES-NOJOSA & J. A. G. SILVA. 2000. Novos registros de *Alouatta ululata* Elliot, 1912 no Estado do Ceará (Primates: Platyrrhini). Pp. 633 *in*: Resumos XXIII Congresso Brasileiro de Zoologia, Cuiabá, Brasil.
- GUEDES, P. G. & S. S. P. SILVA. 2000. Diversidade de mamíferos não-voadores do Parque Nacional de Ubajara, Ceará. Pp. 599 *in*: Resumos XXIII Congresso Brasileiro de Zoologia, Cuiabá, Brasil.
- HIRSCH, A., E. C. LANDAU, A. C. M. TEDESCHI & J. O. MENEGHETTI. 1991. Estudo comparativo das espécies do gênero *Alouatta* Lacépède, 1799 (Platyrrhini, Atelidae) e sua distribuição geográfica na América do Sul. *A Primatologia no Brasil* 3: 239-262.
- HUECK, K. 1972. *As Florestas da América do Sul. Ecologia, composição e importância econômica*. São Paulo, Polígono, Editora da Universidade de Brasília, Brasília.
- JONES, J. K. & C. S. HOOD. 1993. Synopsis of South American bats of the family Emballonuridae. *Occasional Papers the Museum Texas Tech University* 155: 1-32.
- KARIMI, Y., C. RODRIGUES DE ALMEIDA & F. PETTER. 1976. Note sur les rongeurs du nord-est du Brésil. *Mammalia* 40: 257-266.
- KOBAYASHI, S. & A. LANGGUTH. 1999. A new species of titi monkey, *Callicebus* Thomas, from north-eastern Brazil (Primates, Cebidae). *Revista Brasileira de Zoologia* 16:531-551.

- LEAL-MESQUITA, E. R. R. B. P. 1991. *Estudos citogenéticos em dez espécies de roedores brasileiros da família Echimyidae*. Tese de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- LIMA, J. L. 1926. Os Morcegos da Coleção do Museu Paulista. *Revista do Museu Paulista* 14: 1-87.
- MACHADO, D. A., N. R. OTOCH & C. L. F. BEZERRA. 1998. Preliminary survey of the bat fauna in the ecological context of the University Campus of Pici - UFC (Ceará State Federal University), Fortaleza, Ceará, Brazil. Pp. 47 in: *Abstracts of 11th International Bat Research Conference*, Pirenópolis, Brasil.
- MAIA, V. & A. HULAK. 1981. Robertsonian polymorphism in chromosome of *Oryzomys subflavus* (Rodentia, Cricetidae). *Cytogenetics and Cell Genetics* 31: 33-39.
- MARES, M. A., M. R. WILLIG, K. E. STREILEIN & T. E. LACHER JR. 1981. The mammals of northeastern Brazil: a preliminary assessment. *Annals of the Carnegie Museum* 50: 81-137.
- MARES, M. A., M. R. WILLIG & T. E. LACHER JR. 1985. The Brazilian Caatinga in South American zoogeography: tropical mammals in a dry region. *Journal of Biogeography* 12:57-69.
- MARINHO-FILHO, J. & E. W. VERÍSSIMO. 1997. The rediscovery of *Callicebus personatus barbarabrownae* in Northeastern Brazil with a new western limit for its distribution. *Primates* 38: 429-433.
- MOOJEN, J. 1943. Alguns mamíferos colecionados no nordeste do Brasil. *Boletim do Museu Nacional* 1: 1-19.
- MUSTRANGI, M. & J. L. PATTON. 1997. Phylogeography and systematics of the slender mouse opossum *Marmosops* (Marsupialia: Didelphidae). *University of California Publications in Zoology* 130:1-86.

J. A. Oliveira et al.

- NEIVA, A. & B. PENNA. 1916. Viagem científica pelo norte da Bahia, sudoeste de Pernambuco, sul do Piauí e de norte a sul de Goiaz. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 8: 74-224.
- NOGUEIRA, M. R., A. POL & A. L. PERACCHI. 1996. Lista provisória dos quirópteros do município de Jaíba, Minas Gerais (Mammalia-Chiroptera). Pp. 237 *in*: Resumos do XXI Congresso Brasileiro de Zoologia, Porto Alegre, Brasil.
- OLIVEIRA, J. A. 1998. *Morphometric assessment of species groups in the South American rodent genus Oxymycterus (Sigmodontinae), with taxonomic notes based on the analysis of type material*. Tese de Doutorado. Texas Tech University, Lubbock.
- OLIVEIRA, J. A., L. M. PESSÔA & G. K. DO NASCIMENTO. 1994. Mastofauna da margem direita do médio São Francisco, Mocambinho, Jaíba, MG. Pp. 118 *in*: Resumos do XX Congresso Brasileiro de Zoologia, Rio de Janeiro, Brasil.
- OLIVEIRA, R. P. & A. J. A. FILHO. 2000. Estudos de hábitos alimentares das espécies *Artibeus jamaicensis planirostris* e *Artibeus lituratus lituratus* (Mammalia, Chiroptera), no município de Teresina, Piauí. Pp. 642 *in*: Resumos do XXIII Congresso Brasileiro de Zoologia, Cuiabá, Brasil.
- OLMOS, F. 1993. Notes on the food habits of Brazilian "Caatinga" carnivores. *Mammalia* 57: 126-130.
- PALMA, E. & T. L. YATES. 1998. Phylogeny of southern South American mouse opossum (*Thylamys*, Didelphidae) based on allozyme and chromosomal data. *Zeitschrift für Säugetierkunde* 63:1-15.
- PESSÔA, L. M. & R. E. STRAUSS. 1999. Cranial size and shape variation, pelage and bacular morphology, and subspecific differentiation in spiny rats, *Proechimys albispinus* (Is. Geoffroy, 1838), from northeastern Brazil. *Bonner Zoologische Beiträge* 48: 231-243.

- REIS, S. F. & L. M. PESSÔA. 1995. *Proechimys albispinus minor*, a new subspecies from the state of Bahia, northeastern Brazil (Rodentia: Echimyidae). *Zeitschrift für Säugetierkunde* 60: 237-242.
- RIZZINI, C. T. 1979. *Tratado de fitogeografia do Brasil. Volume 2. Aspectos sociológicos e florísticos*. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- ROCHA, P. L. B. 1995. *Proechimys yonenagae*, a new species of spiny rat (Rodentia: Echimyidae) from fossil sand dunes in the Brazilian Caatinga. *Mammalia* 59: 537-549.
- SALLES, L. O., G. S. CARVALHO, M. WEKSLER, F. L. SICURO, F. ABREU, A. R. CAMARDELLA, P. GUEDES, L. S. AVILLA, E. A. P. ABRANTES, V. SAHATE & I. S. A. COSTA. 1999. Fauna de mamíferos do Quaternário de Serra da Mesa (Goiás, Brasil). *Publicações Avulsas do Museu Nacional* 78:1-15.
- SANTOS, I. B. 1993. *Bionomia, distribuição geográfica e situação atual do tatu-bola (Tolypeutes tricinctus (Linnaeus, 1758)) no Nordeste do Brasil*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- SANTOS, I. B., G. A. B. FONSECA, S. E. RIGUEIRA & R. B. MACHADO. 1994. The rediscovery of the Brazilian three-banded armadillo and notes on its conservation status. *Edentata* 1:11-15.
- SANTOS, J. W. A. & P. L. B. ROCHA. 2000. Área domiciliar e padrão de distribuição espacial em *Trinomys yonenagae* (Rodentia: Echimyidae): evidências de redução evolutiva da territorialidade devido a mudança de hábitat. Pp. 612 in: Resumos do XXIII Congresso Brasileiro de Zoologia, Cuiabá, Brasil.
- SARMIENTO, G. 1975. The dry plant formations of South America and their floristic connections. *Journal of Biogeography* 2: 233-251.
- SICK, H., L. P. GONZAGA & D. M. TEIXEIRA. 1987. A Arara-Azul-de-Lear *Anodorhynchus leari* Bonaparti, 1856. *Revista Brasileira de Zoologia* 3: 441-463.

J. A. Oliveira et al.

- SILVA, G. A., M. H. C. MELO & A. J. M. FILHO. 2000. A mastofauna da Estação Ecológica de Xingó. Pp. 589 *in*: Resumos XXIII Congresso Brasileiro de Zoologia, Cuiabá, Brasil.
- SILVA, J. M. C. & D. C. OREN. 1993. Observations on the habitat and distribution of the Brazilian three-banded armadillo *Tolypeutes tricinctus*, a threatened Caatinga endemic. *Mammalia* 57: 149-152.
- SILVA, M. J. J.; A. R. PERCEQUILLO & Y. YONENAGA-YASSUDA, Y. 2000. Citogenética de pequenos roedores de Pacoti, Serra de Baturité, Ceará. Pp. 565 *in*: Resumos XXIII Congresso Brasileiro de Zoologia, Cuiabá, Brasil.
- SILVA, S. P., P. G. GUEDES, J. A. G. SILVA & D. M. BORGES-NOJOSA. 2000. Diversidade de morcegos (Chiroptera, Mammalia) do Parque Nacional de Ubajara (Ubajara, Ceará). Pp. 634 *in*: Resumos XXIII Congresso Brasileiro de Zoologia, Cuiabá, Brasil.
- SILVA, S. P., P. G. GUEDES, J. A. G. SILVA, A. CARMADILLA, M. F. ABREU & D. M. BORGES-NOJOSA. 2000. Roedores e marsupiais presentes na dieta de carnívoros do Parque Nacional de Ubajara (Ceará). Pp. 634 *in*: Resumos XXIII Congresso Brasileiro de Zoologia, Cuiabá, Brasil.
- SIMMONS, N. B. 1996. A new species of *Micronycteris sanborni* (Chiroptera: Phyllostomidae) from Northeastern Brazil, with comments on phylogenetic relationships. *American Museum Novitates* 3158: 1-34.
- SMITH, M. F. & J. L. PATTON. 1999. Phylogenetic relationships and the radiatio of sigmodontine rodents in South America: evidence from cytochrome *b*. *Journal of Mammalian Evolution* 6: 89-128.
- SOUSA, M. A. N. & A. LANGGUTH. 2000. A fauna de mamíferos de um brejo de altitude em Caruaru, PE. Pp. 616 *in*: Resumos XXIII Congresso Brasileiro de Zoologia, Cuiabá, Brasil.
- SVARTMAN, M. 1989. *Levantamento cariotípico de roedores do Distrito Federal*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.

- THOMAS, O. 1910. On mammals collected in Ceará N. E. Brazil, by Fräulein Dr. Snethiage. *Annals and Magazine of Natural History* 6: 500-503.
- TRIBE, C. 1996. *The Neotropical rodent genus Rhipidomys (Cricetidae: Sigmodontinae): A taxonomic review*. Tese de Doutorado, University College London, Londres.
- VIEIRA, C. C. 1953. Sobre uma coleção de mamíferos do estado de Alagoas. *Arquivos de Zoologia do Estado de São Paulo* 8: 209-222.
- VIEIRA, C. C. 1957. Sobre mamíferos do estado do Maranhão. *Papéis Avulsos do Departamento de Zoologia* 13: 125-132.
- VIVO, M. 1997. Mammalian evidence of historical ecological change in the Caatinga semiarid vegetation of northeastern Brazil. *Journal of Comparative Biology* 2: 65-73.
- VOSS, R. S. & L. EMMONS. 1996. Mammalian diversity in Neotropical lowland rainforests: a preliminary assessment. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 230:1-115.
- WEBSTER, W. D. 1993. Systematic and evolution of bats of the genus *Glossophaga*. *Special Publications, The Museum Texas Tech University* 36: 1-184.
- WEKSLER, M. 1996. *Revisão sistemática do grupo de espécies nitidus do gênero Oryzomys (Rodentia, Sigmodontinae)*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- WETZEL, R. M. 1980. Revision of the naked-tailed armadillos, genus *Cabassous* McMurtrie. *Annals of the Carnegie Museum* 49:323-357.
- WILSON, D. E. & D. M. REEDER. 1993. *Mammal species of the World: a taxonomic and geographic reference*. Smithsonian Institution Press, Washington.

J. A. Oliveira et al.

WILLIG, M. R. & M. A. MARES. 1989. Mammals from the Caatinga: an updated list and summary of recent research. *Revista Brasileira de Biologia* 49: 361-367.

WINGE, H. 1887. Jordfundne og nulevende Gnavere (Rodentia) fra Lagoa Santa, Minas Geraes, Brasilien. *E. Museo Lundii* 3:1:178.

XIMENEZ, G. 1999. *Sistemática da família Dasyproctidae Bonaparti 1838 (Rodentia: Hithricognathi) no Brasil*. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Apêndice. Lista das espécies de mamíferos que ocorrem na Caatinga. As letras na última coluna referem-se ao tipo de distribuição da espécie, segundo classificação a seguir: a) endêmica da Caatinga; b) endêmica da Caatinga, mas com distribuição restrita; c) apresentando grande parte da distribuição na Caatinga, mas não endêmica; d) característica de outros ecossistemas, mas presente na Caatinga em forma pontual ou nas regiões limítrofes com os outros ecossistemas; e) amplamente distribuída em outros ecossistemas e também na Caatinga. Ocorrências assinaladas com um asterisco foram julgadas possivelmente coespecíficas com a forma nominal listada imediatamente acima, e não foram consideradas no cômputo do número total de espécies da Caatinga. A atualização taxonômica segue fundamentalmente Wilson & Reeder (1993); exceções estão baseadas em trabalhos citados na coluna “Referências”, cuja numeração encontra-se abaixo da tabela.

Ordem	Táxon	Autor	Municípios de ocorrência documentada em bibliografia	Referências	Unidade Conservação	Tipo
Artiodactyla	Cervidae: Odocoileinae					
	<i>Mazama americana</i>	(Erxleben, 1777)	Jaíba, MG; São Raimundo Nonato, PI; Ubajara, CE	1; 20; 38	PN Serra da Capivara; PN Ubajara	e
	<i>Mazama gouazoupira</i>	(G.Fischer, 1814)	Crato, CE; São Raimundo Nonato, PI	1; 30	FN Araripe-Apodi; PN Serra da Capivara	c
	Tayassuidae					
	<i>Pecari tajacu</i>	(Linnaeus, 1758)	Penedo, AL; Piranhas, AL; Olho D'água do Casado, AL; Delmiro Gouveia, AL; Canindé de São Francisco, SE; São Raimundo Nonato, PI	1; 52; 63	PN Serra da Capivara; EE Xingó	e

Ordem	Táxon	Autor	Municípios de ocorrência documentada em bibliografia	Referências	Unidade Conservação	Tipo
Carnivora	<i>Tayassu pecari</i>	(Link, 1795)	São Raimundo Nonato, PI	1	PN Serra da Capivara	e
	Canidae					
	<i>Cerdocyon thous</i>	(Linnaeus, 1766)	Crato, CE; Exu, PE; Garanhuns, PE; São Raimundo Nonato, PI; Serra Talhada, PE; Triunfo, PE; Jaíba, MG	1;14;30; 33; 38; 40	FN Araripe-Apodí; PN Serra da Capivara	e
	Felidae: Felinae					
	<i>Herpailurus yaguarondi</i>	(Lacépède, 1809)	Crato, CE; Exu, PE; Jaíba, MG; São Raimundo Nonato, PI	1; 30; 33; 38; 40	PN Serra da Capivara	e
	<i>Leopardus pardalis</i>	(Linnaeus, 1758)	São Raimundo Nonato, PI	1; 40	PN Serra da Capivara	e
	<i>Leopardus tigrinus</i>	(Schreber, 1775)	São Raimundo Nonato, PI; Ubajara, CE; Jaíba, MG	1; 20; 38; 40	PN Serra da Capivara; PN Ubajara	e
	<i>Leopardus wiedii</i>	(Schinz, 1821)	São Raimundo Nonato, PI	1; 40	PN Serra da Capivara	e
<i>Puma concolor</i>	(Linnaeus, 1771)	Crato, CE; São Raimundo Nonato, PI; Ubajara, CE	30	FN Araripe-Apodí; PN Serra da Capivara; PN Ubajara	e	
Felidae: Pantherinae						
<i>Panthera onca</i>	(Linnaeus, 1758)	Exu, PE; São Raimundo Nonato, PI	1; 30; 40	FN Araripe-Apodí	e	

Ordem	Táxon	Autor	Municípios de ocorrência documentada em bibliografia	Referências	Unidade Conservação	Tipo
	Mustelidae: Mephitinae					
	<i>Conepatus semistriatus</i>	(Boddaert, 1784)	Garanhuns, PE; Poção, PE; São Raimundo Nonato, PI	1;14; 33; 40	PN Serra da Capivara	e
	Mustelidae: Mustelinae					
	<i>Galictis vittata</i>	(Schreber, 1776)	Crato, CE; PE; Poção, PE; Triunfo, PE	14; 33		e
	<i>Galictis cuja</i>	(Molina, 1782)	Ipu, CE ; Exu, CE	14; 30; 71		e
	<i>Eira barbara</i>	(Linnaeus, 1758)	Garanhuns, PE; São Raimundo Nonato, PI; Ubajara, CE	1;14; 20; 40	PN Serra da Capivara; PN Ubajara	e
	Procyonidae: Potocinae					
	<i>Potos flavus</i>	(Schreber, 1774)	Penedo, AL	63		d
	Procyonidae: Procyoninae					
	<i>Nasua nasua</i>	(Linnaeus, 1766)	Penedo, AL; Ubajara, CE	2; 20; 63	PN Ubajara	e
	<i>Procyon cancrivorus</i>	(Cuvier, 1798)	Crato, CE; Garanhuns, PE; Jaíba, MG; São Raimundo Nonato, PI; Ubajara, CE	1;14; 20; 33; 38	PN Serra da Capivara; PN Ubajara	e
Chiroptera	Emballonuridae					
	<i>Diclidurus albus</i>	Wied-Neuwied, 1820	Rio Jequitinhonha, BA	2		e
	<i>Peropteryx kappleri</i>	Peters, 1867	Jaíba, MG	38		d
	<i>Peropteryx macrotis</i>	(Wagner, 1843)	Exu, PE; Senhor do Bonfim, BA; Crateús, CE; Natal, RN; São Raimundo Nonato, PI; Jaíba, MG	1; 23; 30; 36	PN Serra da Capivara	e
	<i>Rhynchonycteris naso</i>	(Wied-Neuwied, 1820)	Barra, BA; Fortaleza, CE; Jaíba, MG; Penedo, AL	23; 27; 28; 38; 63		e
	<i>Saccopteryx bilineata</i>	(Temminck, 1838)	Cocal, PI; Crato, CE	23; 30	FN Araripe-Apodi	e
	<i>Saccopteryx leptura</i>	(Schreber, 1774)	Crato, CE; Fortaleza, CE	23; 28; 30		e

Ordem	Táxon	Autor	Municípios de ocorrência documentada em bibliografia	Referências	Unidade Conservação	Tipo
	Furipteridae					
	<i>Furipterus horrens</i>	(F. Cuvier, 1828)	Exu, PE; São Raimundo Nonato, PI; Ubajara, CE	1; 30; 55	PN Serra da Capivara; PN Ubajara	e
	Molossidae					
	<i>Eumops auripendulus</i>	(Shaw, 1800)	Valença do Piauí, PI	30, 71		e
	<i>Eumops perotis</i>	(Schinz, 1821)	Jaíba, MG	38		e
	<i>Molossops abrasus</i>	(Temminck, 1827)	Valença do Piauí, PI	30		e
	<i>Molossops planirostris</i>	(Peters, 1865)	Exu, PE; Jaíba, MG	30; 36		e
	<i>Molossops teminckii</i>	(Burmeister, 1854)	Crato, CE; Exu, PE	30	FN Araripe-Apodí	e
	<i>Molossus ater</i>	E. Geoffroy, 1805	Exu, PE; Nova Olinda, CE; Penedo, AL; Valença do Piauí, PI; Jaíba, MG	30; 36; 38; 63		e
	<i>Molossus molossus</i>	(Pallas, 1766)	Barra, BA; Crato, CE; Exu, PE; São Raimundo Nonato, PI; Serra Talhada, PE; Ubajara, CE; Valença do Piauí, PI; Jaíba, MG.	1; 27; 30; 36; 55	FN Araripe-Apodí; PN Serra da Capivara; PN Ubajara	e
	<i>Neoplatymops mattogrossensis</i>	Vieira, 1942	Exu, PE; Irecê, BA; Jaguaribe, CE	18; 30		e
	<i>Nyctinomops laticaudatus</i>	E. Geoffroy, 1805	Exu, PE; São Raimundo Nonato, PI; Jaíba, MG	1; 30; 36	PN Serra da Capivara	e
	<i>Promops</i> sp.		Exu, PE	30, 71		?
	<i>Tadarida laticaudata</i>		Crato, CE; Exu, PE	30, 71	FN Araripe-Apodí	d
	Mormoopidae					

Ordem	Táxon	Autor	Municípios de ocorrência documentada em bibliografia	Referências	Unidade Conservação	Tipo
	<i>Pteronotus davyi</i>	Gray, 1838	Crato, CE; Exu, PE; Valença do Piauí, PI	30	FN Araripe-Apodí	e
	<i>Pteronotus parnellii</i>	(Gray, 1843)	São Raimundo Nonato, PI; Valença do Piauí, PI	1; 30	PN Serra da Capivara	e
	<i>Pteronotus personatus</i>	(Wagner, 1843)	Serra Talhada, PE; Valença do Piauí, PI	30		e
	Natalidae					
	<i>Natalus stramineus</i>	Gray, 1838	Crato, CE	30	FN Araripe-Apodí	e
	Noctilionidae					
	<i>Noctilio albiventris</i>	Desmarest, 1818	Jaíba, MG; São Raimundo Nonato, PI	1; 36	PN Serra da Capivara;	e
	<i>Noctilio leporinus</i>	(Linnaeus, 1758)	Crato, CE; Exu, PE; Fortaleza, CE; Jaíba, MG; São Raimundo Nonato, PI;	1; 28; 30; 36	PN Serra da Capivara; FN Araripe-Apodí	e
	Phyllostomidae:					
	Carollinae					
	<i>Carollia brevicaudata</i>	(Schinz, 1821)	Crato, CE (?)	71		e
	<i>Carollia perspicillata</i>	(Linnaeus, 1758)	Crato, CE; Exu, PE; Jaíba, MG; Nova Olinda, CE; Penedo, AL; São Raimundo Nonato, PI; Teresina, PI; Ubajara, CE; Valença do Piauí, PI	1; 2; 30; 36; 38; 55; 61; 63; 64	FN Araripe-Apodí; PN Serra da Capivara; PN Ubajara	e

Ordem	Táxon	Autor	Municípios de ocorrência documentada em bibliografia	Referências	Unidade Conservação	Tipo
	Phyllostomidae: Desmodontinae					
	<i>Desmodus rotundus</i>	(E. Geoffroy, 1810)	Crato, CE; Exu, PE; Nova Olinda, CE; São Raimundo Nonato, PI; Senhor do Bonfim, BA; Ubajara, CE; Jaíba, MG	1; 30; 36; 55;	FN Araripe-Apodí; PN Serra da Capivara; PN Ubajara	e
	<i>Diphylla ecaudata</i>	Spix, 1823	Exu, PE; São Raimundo Nonato, PI; Jaíba, MG	1; 30; 36	PN Serra da Capivara	e
	Phyllostomidae: Glossophaginae					
	<i>Anoura geoffroyi</i>	Gray, 1838	Crato, CE; Exu, PE; Nova Olinda, CE	30	FN Araripe-Apodí	
	<i>Glossophaga soricina</i>	(Pallas, 1766)	Barra, BA; Cocal, PI; Crato, CE; Exu, PE; Fortaleza, CE; Natal, RN; Nova Olinda, CE; Rosário, MA; São Raimundo Nonato, PI; Senhor do Bonfim, BA; Serra Talhada, PE; Teresina, PI; Ubajara, CE; Valença do Piauí, PI; Jaíba, MG	1; 15; 27; 28; 30; 36; 38; 55; 67	FN Araripe-Apodí; PN Serra da Capivara; PN Ubajara	e
	Phyllostomidae: Lonchophyllinae					
	<i>Lonchophylla bockermanni</i>	Sazima et al., 1978	Canudos, BA	4		d
	<i>Lonchophylla mordax</i>	Thomas, 1903	Barra, BA; Exu, PE; Juazeiro, BA; Maceió, AL; Nova Olinda, CE; Penedo, AL; Jaíba, MG	28; 30; 63; 36		e

Ordem	Táxon	Autor	Municípios de ocorrência documentada em bibliografia	Referências	Unidade Conservação	Tipo
	<i>Lonchophylla</i> sp. *		São Raimundo Nonato, PI; Ubajara, CE	1; 55	PN Serra da Capivara; PN Ubajara	?
	Phyllostomidae:					
	Phyllostominae					
	<i>Chrotopterus auritus</i>	(Peters, 1865)	Jaíba, MG	36		e
	<i>Lonchorhina aurita</i>	Tomes, 1863	Valença do Piauí, PI	30		e
	<i>Micronycteris megalotis</i>	(Gray, 1842)	Exu, PE	57, 71		e
	<i>Micronycteris minuta</i>	(Gervais, 1856)	São Raimundo Nonato, PI; Jaíba, MG	1; 36	PN Serra da Capivara	e
	<i>Micronycteris sanborni</i>	Simmons, 1996	Crato, CE; Exu, PE; Nova Olinda, CE	30; 57;	FN Araripe-Apodí;	c
	<i>Micronycteris schmidtorum</i>	Sanborn, 1935	Exu, PE	57		e
	<i>Mimon bennettii</i>	Gray, 1838	São Raimundo Nonato, PI	1	PN Serra da Capivara	e
	<i>Mimon crenulatum</i>	(E. Geoffroy, 1810)	Exu, PE	30		e
	<i>Phyllostomus discolor</i>	Wagner, 1843	Crato, CE; Exu, PE; Jaíba, MG; São Raimundo Nonato, PI; Ubajara, CE; Valença do Piauí, PI	1; 30; 38; 55; 36	FN Araripe-Apodí; PN Serra da Capivara; PN Ubajara	e
	<i>Phyllostomus elongatus</i>	(E. Geoffroy, 1810)	Maceió, AL	63		e
	<i>Phyllostomus hastatus</i>	(Pallas, 2167)	Crato, CE; Exu, PE; Jaíba, MG; Juazeiro, BA; São Raimundo Nonato, PI; Ubajara, CE	1; 30; 36; 55	FN Araripe-Apodí; PN Serra da Capivara; PN Ubajara	e

Ordem	Táxon	Autor	Municípios de ocorrência documentada em bibliografia	Referências	Unidade Conservação	Tipo
	<i>Tonatia bidens</i>	(Spix, 1823)	São Raimundo Nonato, PI	1	PN Serra da Capivara	e
	<i>Tonatia brasiliense</i>	(Peters, 1867)	Exu, PE	30		e
	<i>Tonatia silvicola</i>	(d'Orbigny, 1836)	Exu, PE	30 ; 71		
	<i>Tonatia</i> sp. *		Jaíba, MG	36		?
	<i>Trachops cirrhosus</i>	(Spix, 1823)	Exu, PE; Juazeiro, BA; Maceió, AL; São Raimundo Nonato, PI	1; 30; 63	PN Serra da Capivara	e
	Phyllostomidae:					
	Stenodermatinae					
	<i>Artibeus cinereus</i>	(Gervais, 1856)	Teresina, PI; Jaíba, MG	30; 38		e
	<i>Artibeus concolor</i>	Peters, 1865	Crato, CE	30	FN Araripe-Apodí	e
	<i>Artibeus lituratus</i>	(Olfers, 1818)	Crato, CE; Exu, PE; Fortaleza, CE; Maceió, AL; Nova Olinda, CE; São Raimundo Nonato, PI; Teresina, PI; Ubajara, CE; Ipu, CE; Jaíba, MG	1; 28; 30; 36; 39; 55; 61; 63	FN Araripe-Apodí ; FN Araripe-Apodí ; PN Serra da Capivara; PN Ubajara.	e
	<i>Artibeus obscurus</i>	Schinz, 1821	Teresina, PI; Ubajara, CE	30; 55	PN Ubajara; PN Serra da Capivara.	e
	<i>Artibeus planirostris</i>	(Spix, 1823)	Crato, CE; Exu, PE; Fortaleza, CE; Juazeiro, BA; Nova Olinda, CE; São Raimundo Nonato, PI; Teresina, PI, Ubajara, CE; Valença do Piauí, PI	1; 28; 30; 39; 55; 71	PN Serra da Capivara; PN Ubajara	e
	<i>Artibeus</i> sp. *		Jaíba, MG	36		?

Ordem	Táxon	Autor	Municípios de ocorrência documentada em bibliografia	Referências	Unidade Conservação	Tipo
	<i>Chiroderma villosum</i>	Peters, 1860	São Raimundo Nonato, PI; Ubajara, CE	1; 55	PN Serra da Capivara; PN Ubajara.	d
	<i>Platyrrhinus lineatus</i>	(E. Geoffroy, 1810)	Crato, CE; Exu, PE; Juazeiro, BA; Maceió, AL; Ubajara, CE; Manimbú, AL; Jaíba, MG	1; 30; 55; 61; 36	FN Araripe-Apodí; PN Serra da Capivara; PN Ubajara	e
	<i>Sturnira lilium</i>	(E. Geoffroy, 1810)	Crato, CE; Exu, PE; Jaíba, MG; São Raimundo Nonato, PI; Ubajara, CE	1; 30; 36; 38; 55	FN Araripe-Apodí; PN Serra da Capivara; PN Ubajara	e
	<i>Uroderma magnirostrum</i>	Davis, 1968	Crato, CE; Exu, PE; Teresina, PI; Jaíba, MG	30; 36; 71		e
	Vespertilionidae: Vespertilioninae <i>Histiotus</i> sp.		São Raimundo Nonato, PI	1	PN Serra da Capivara	?
	<i>Eptesicus brasiliensis</i>	(Desmarest, 1819)	Jaíba, MG	38		e
	<i>Eptesicus furinalis</i>	(d'Orbigny, 1847)	Crato, CE; Jaíba, MG	30; 36	FN Araripe-Apodí	e
	<i>Lasiurus borealis</i>	(Müller, 1776)	Crato, CE	30	FN Araripe-Apodí	e
	<i>Lasiurus ega</i>	(Gervais, 1856)	Crato, CE; Exu, PE; Valença do Piauí, PI	30	FN Araripe-Apodí	e

Ordem	Táxon	Autor	Municípios de ocorrência documentada em bibliografia	Referências	Unidade Conservação	Tipo
	<i>Myotis nigricans</i>	(Schinz, 1821)	São Raimundo Nonato, PI	1	PN Serra da Capivara	e
	<i>Myotis riparius</i>	Handley, 1960	Crato, CE; Exu, PE; Serra Talhada, PE;	30; 71	FN Araripe-Apodí;	e
	<i>Myotis</i> sp. *		Jaíba, MG	36		?
	<i>Rhogeessa tumida</i>	H. Allen, 1867	Juazeiro, BA	30		
Didelphimorphia	Didelphidae:					
	Caluromyinae					
	<i>Caluromys philander</i>	(Linnaeus, 1758)	Ipu, CE	14		d
	Didelphidae: Didelphinae					
	<i>Didelphis albiventris</i>	(Lund, 1840)	Baturité, CE; Bodocó, PE; Caruaru, PE; Crato, CE; Curaçá, BA; Exu, PE; Fortaleza, CE; Garanhuns, PE; Ipu, CE; Jaíba, MG; Palmeira dos Índios, AL; Penedo, AL; Poção, BA; São Raimundo Nonato, PI; Triunfo, PE; Ubajara, CE; Valença do Piauí, PI	1; 14; 20; 30; 33; 38; 4	FN Araripe-Apodí; PN Serra da Capivara; PN Ubajara.	e
	<i>Gracilinanus agilis</i>	(Burmeister, 1854)	Curaçá, BA; Ipu, CE; Jaíba, MG	15; 38; 61		e
	<i>Gracilinanus emiliae</i>	(Thomas, 1909)	Crato, CE; Ipu, CE; Triunfo, PE; Ubajara, CE	14; 20; 33	PN Ubajara	e
	<i>Gracilinanus</i> sp.*		Curaçá, BA	15		?
	<i>Marmosa murina</i>	(Linnaeus, 1758)	Pacoti, CE; Penedo, AL; Ubajara, CE	20; 54; 63	PN Ubajara	e
	<i>Marmosops incanus</i>	(Lund, 1840)	Jaíba, MG; Lamarão, BA	34, 38		d
	<i>Micoureus demerarae</i>	(Thomas, 1905)	Caruaru, PE; Dois Irmãos, PE; Fortaleza, CE; Garanhuns, PE; Ipu, CE; Pacoti, CE; Triunfo, PE	14; 30; 54		e
	<i>Monodelphis americana</i>	(Müller, 1776)	Pacoti, CE	54		e

Ordem	Táxon	Autor	Municípios de ocorrência documentada em bibliografia	Referências	Unidade Conservação	Tipo
	<i>Monodelphis domestica</i>	(Wagner, 1842)	Baturité, CE; Bodocó, PE; Campos Sales, CE; Caruaru, PE; Crato, CE; Curaçá, BA; Dois Irmãos, PE; Exu, PE; Feira de Santana, BA; Fortaleza, CE; Garanhuns, PE; Ipu, CE; Jaíba, MG; Jardim, CE; Limoeiro de Anadia, AL; Milagres, CE; Missão Velha, CE; Pacoti, CE; Palmeira dos Índios, AL; Pesqueira, PE; Poção, PE; Santana do Ipanema, AL; São Benedito, CE; Serra Talhada, PE; Serrinha, BA; Triunfo, PE; Ubajara, CE; Valença do Piauí, PI	14; 15; 20; 30; 33; 38; 54; 61	PN Ubajara	e
Lagomorpha	<i>Thylamys karimii</i>	(Petter, 1968)	Exu, PE	30 ; 41		b
	Leporidae <i>Sylvilagus brasiliensis</i>	(Linnaeus, 1758)	Garanhuns, CE; Jaíba, MG; Palmeira dos Índios, AL; Pesqueira, PE; Poção, BA; Quebrangulo, AL; Senhor do Bonfim, BA	14; 30; 33; 38; 63		e
Perissodactyla	Tapiridae <i>Tapirus terrestris</i>	(Linnaeus, 1758)	Jaíba, MG	38		e
Primates	Callithrichidae <i>Callithrix penicillata</i>	(É. Geoffroy, 1815)	Jaíba, MG	38		d
	<i>Callithrix jacchus</i>	(Linnaeus, 1758)	Crato, CE; Exu, PE; Garanhuns, PE; Ipu, CE; Pacoti, CE; Penedo, AL; Quebrangulo, AL; São Raimundo Nonato, PI; Triunfo, PE; Ubajara, CE	1;14; 20; 30; 33; 61; 63.	FN Araripe-Apodí; PN Serra da Capivara; PN Ubajara	e

Ordem	Táxon	Autor	Municípios de ocorrência documentada em bibliografia	Referências	Unidade Conservação	Tipo
	Cebidae: Alouattinae					
	<i>Alouatta caraya</i>	(Humboldt, 1815)	Cotegipe, BA; Jaíba, MG; São Raimundo Nonato, PI	1; 21; 38;	PN Serra da Capivara	d
	<i>Alouatta ululata</i>	Elliot, 1912	Humberto de Campos, MA; Primeira Cruz, MA; Granja, CE; São Benedito, CE; Ibiapina, CE; Ubajara, CE	17; 19; 20		d
	Cebidae: Callicebinae					
	<i>Callicebus barbarabrownae</i>	Herskovitz, 1990	Ibipeba, BA; Lamarão, BA; Formosa, BA	25; 32		b
	<i>Callicebus</i> sp.*		Canudos, BA; Jeremoabo, BA; Monte Santo, BA	32		?
	Cebidae: Cebinae					
	<i>Cebus apella</i>	(Linnaeus, 1758)	Exu, PE; Jaíba, MG; São Raimundo Nonato, PI; Ubajara, CE	1; 2; 20; 30; 38	PN Serra da Capivara; PN Ubajara.	e
Rodentia	Agoutidae					
	<i>Agouti paca</i>	(Linnaeus, 1767)	São Raimundo Nonato, PI	1	PN Serra da Capivara	e

Ordem	Táxon	Autor	Municípios de ocorrência documentada em bibliografia	Referências	Unidade Conservação	Tipo
	Caviidae: Caviinae					a
	<i>Kerodon rupestris</i>	(Wied, 1820)	Araripe, CE; Assaré, CE; Barro Alto, BA; Baturité, CE; Bodocó, PE; Campos Sales, CE; Canindé de São Francisco, SE; Caruaru, PE; Crato, CE; Delmiro Gouveia, AL; Exu, PE; Fortaleza, CE; Garanhuns, PE; Ipu, CE; Itapagé, CE; Juazeiro, BA; Milagres, CE; Missão Velha, CE; Mulungu, CE; Olho D'água do Casado, AL; Palmeira dos Índios, AL; Parnamirim, RN; Pesqueira, PE; Piranhas, AL; Poção, PE; Quebrangulo, AL; Santana do Ipanema, AL; São Raimundo Nonato, PI; Triunfo, PE; Ubajara, CE; Valença do Piauí, PI; Rio Jequitinhonha, BA	1; 2; 14; 20; 24; 30; 33; 52; 56; 63	PN Serra da Capivara; PN Ubajara; EE Xingó	
	<i>Galea spixii</i>	(Wagler, 1831)	Barbalha, CE; Baturité, CE; Bodocó, PE; Brejo Santo, CE; Canindé de São Francisco, SE; Caruaru, PE; Crato, CE; Curaçá, BA; Delmiro Golveia, AL; Exu, PE; Fortaleza, CE; Garanhuns, PE; Ipu, CE; Jaíba, MG; Jardim, CE; Limoeiro de Anadia, AL; Missão Velha, CE; Mundo	14; 24; 30; 38; 52; 61; 63	PN Serra da Capivara; EE Xingó	c

Ordem	Táxon	Autor	Municípios de ocorrência documentada em bibliografia	Referências	Unidade Conservação	Tipo
			Novo, BA; Olho D'água do Casado, AL; Palmeira dos Índios, AL; Penedo, AL; Pesqueira, PE; Piranhas, AL; Poção, BA; Quebrangulo, AL; Santana do Cariri, CE; São Raimundo Nonato, PI; Serrinha, BA; Solonópole, CE; Triunfo, PE; Valença do Piauí, PI			
	Dasyproctidae: Dasyproctinae					
	<i>Dasyprocta prymnolopha</i>	Wagler, 1831	Bodocó, PE; Canindé de São Francisco, SE; Crato, CE; Delmiro Gouveia, AL; Dois Irmãos, PE; Exu, PE; Jaíba, MG; Maceió, AL; Olho D'água do Casado, AL; Piranhas, AL; São Raimundo Nonato, PI; Ubajara, CE	1; 14; 20; 24; 30; 33; 38; 52; 63; 73	FN Araripe-Apodí; PN Serra da Capivara; PN Ubajara; EE Xingó	e
	<i>Dasyprocta</i> sp. n.		Jeremoabo, BA	51		b
	Echimyidae: Echimyinae					
	<i>Phyllomys lamarum</i>	(Thomas, 1916)	Caruaru, PE; Crato, CE; Fortaleza, CE; Garanhuns, PE; Ipu, CE; Jaíba, MG; Lamarão, BA	14; 33; 38		c

Ordem	Táxon	Autor	Municípios de ocorrência documentada em bibliografia	Referências	Unidade Conservação	Tipo
	Echimyidae:					
	Eumysopinae					
	<i>Thrichomys apereoides</i>	(Lund, 1839)	Bodocó, PE; Canindé de São Francisco, SE; Caruaru, PE; Crato, CE; Curaçá, BA; Delmiro Gouveia, AL; Exu, PE; Fortaleza, CE; Garanhuns, PE; Ipu, CE; Jaíba, MG; Olho D'água do Casado, AL; Palmeira dos Índios, AL; Pesqueira, PE; Piranhas, AL; São Raimundo Nonato, PI; Senhor do Bonfim, BA; Triunfo, PE; Ubajara, CE; Valença do Piauí, PI	1;14; 15; 24; 30; 33; 38; 52; 56; 36; 61;	PN Serra da Capivara; PN Ubajara; EE Xingó	e
	Echimyidae:					
	Eumysopinae					
	<i>Trinomys albispinus minor</i>	Reis & Pessoa, 1995	Morro do Chapéu, BA	42; 43		b
	<i>Trinomys albispinus sertoniui</i>	Thomas, 1921	Campo Formoso, BA; Feira de Santana, BA; Senhor do Bonfim, BA; Lamarão, BA; Seabra, BA;	42		b
	<i>Trinomys yonenagae</i>	Rocha, 1995	Barra, BA; Ibiraba, BA; Queimadas, BA	45; 49		b
	<i>Proechimys cayennensis</i>	Desmarest, 1821	Ipu, CE	14		d
	Erethizontidae					
	<i>Coendou prehensilis</i>	(Linnaeus, 1758)	Baturité, CE; Ipu, CE; Jaíba, MG; Penedo, AL	14; 38; 63		e
	Muridae: Sigmodontinae					
	<i>Akodon cursor</i>	(Winge, 1887)	Anadia, AL; Caruaru, PE; Garanhuns, PE; Palmeira dos Índios, AL; Pesqueira, PE; Serrinha, BA	14; 30		e

Ordem	Táxon	Autor	Municípios de ocorrência documentada em bibliografia	Referências	Unidade Conservação	Tipo
	<i>Bolomys lasiurus</i>	(Lund, 1841)	Aquiraz, CE; Baturité, CE; Caruaru, PE; Crato, CE; Exu, PE; Fortaleza, CE; Garanhuns, PE; Ipu, CE; Jaíba, MG; Pacoti, CE; Palmeira dos Índios, AL; Pesqueira, PE; Quebrangulo, AL; Serra Talhada, PE; Triunfo, PE	14; 24; 30; 33; 38; 61; 54	FN Araripe-Apodí	e
	<i>Calomys expulsus</i>	(Lund, 1841)	Exu, PE; Jaíba, MG; São Raimundo Nonato, PI; Triunfo, PE	1;14; 24; 30; 38	PN Serra da Capivara	c
	<i>Calomys tener</i>	(Winge, 1887)	Caruaru, PE	14		e
	<i>Calomys</i> sp.*		Conquista, BA; Jequié, BA	30; 71		?
	<i>Holochilus brasiliensis</i>	(Desmarest, 1819)	Barbalha, CE; Bom Jesus da Lapa, BA; Quebrangulo, AL	30		e
	<i>Holochilus sciureus</i>	Wagner, 1842	Bodocó, PE; Crato, CE; Fortaleza, CE; Garanhuns, PE; Ipu, CE; Jaíba, MG; Palmeira dos Índios, AL; Penedo, AL; Pesqueira, PE; São Paulo, CE	14; 33; 38; 61; 63		e
	<i>Nectomys rattus</i>	(Pelzen, 1883)	Bodocó, PE; Caruaru, PE; Crato, CE; Exu, PE ; Garanhuns, PE; Ipu, CE	6; 14; 33; 59		e
	<i>Oligoryzomys fornesi</i>	Massoia, 1973	Bom Conselho, PE; Buíque, PE; Correntes, PE; Macaparana, PE	9		e

Ordem	Táxon	Autor	Municípios de ocorrência documentada em bibliografia	Referências	Unidade Conservação	Tipo
	<i>Oligoryzomys nigripes</i>	(Olfers, 1818)	Baturité, CE; Caruaru, PE; Crato, CE; Exu, PE; Fortaleza, CE; Garanhuns, PE; Ipu, CE; Jaíba, MG; Itapagé, CE; Itapipoca, CE; Limoeiro de Anadia, AL; Montes Claros, MG; Pacoti, CE; Palmeira dos Índios, AL; Pesqueira, PE; Quebrangulo, AL; São Raimundo Nonato, PI; Seabra, BA; Triunfo, PE	1; 9; 14; 24; 30; 38; 54; 71	FN Araripe-Apodí; PN Serra da Capivara	e
	<i>Oligoryzomys stramineus</i>	Bonvicino & Weksler, 1998	Angelim, PE; Bom Conselho, PE; Correntes, PE; Exu, PE; Macaparana, PE; Montes Claros, MG; Natuba, PB	9		c
	<i>Oryzomys russatus</i>	(Wagner, 1848)	Pacoti, CE	54		d
	<i>Oryzomys</i> sp. n.		Guaraciaba do Norte, CE; São Benedito, CE	68		b
	<i>Oryzomys</i> aff. <i>subflavus</i>	(Wagner, 1842)	Anadia, AL; Baturité, CE; Caruaru, PE; Crato, CE; Exu, PE; Feira de Santana, BA; Garanhuns, PE; Guaraciaba do Norte, CE; Ipu, CE; Jaíba, MG; Pacoti, CE; Palmeira dos Índios, AL; Pesqueira, PE; Quebrangulo, AL; Santana do Ipanema, AL; São Benedito, CE; São Raimundo Nonato, PI; Serra Talhada, PE; Serrinha, BA; Triunfo, PE	1; 10; 14; 24; 30; 33; 38; 54; 61; 11	FN Araripe-Apodí; PN Serra da Capivara	e
	<i>Oxymycterus angularis</i>	Thomas, 1909	Caruaru, PE; Garanhuns, PE; Penedo, AL; Quebrangulo, AL	14; 30; 37; 59; 63		e
	<i>Oxymycterus</i> sp. n.		Ipu, CE; São Benedito, CE	37		b

Ordem	Táxon	Autor	Municípios de ocorrência documentada em bibliografia	Referências	Unidade Conservação	Tipo
	<i>Rhipidomys macrurus</i>	(Gervais, 1855)	Baturité, CE; Crato, CE; Fortaleza, CE; Ipu, CE; Jaíba, MG; São Benedito, CE; Ibiapina, CE; Guaraciaba do Norte, CE	14; 30; 33; 38; 62		e
	<i>Rhipidomys mastacalis</i>	(Lund, 1840)	Caruaru, PE; Garanhuns, PE; São Caitano, PE; Jequié, BA	14; 30; 59; 62		e
	<i>Rhipidomys</i> sp. n. ssp. 1		Crato, CE	62		b
	<i>Rhipidomys</i> sp. n. ssp. 2		Pacoti, CE	62		b
	<i>Wiedomys pyrrhorhinos</i>	(Wied-Neuwied, 1821)	Bodocó, PE; Caruaru, PE; Crato, CE; Curaçá, BA; Exu, PE; Feira de Santana, BA; Garanhuns, PE; Ipu, CE; Jaíba, MG; Juazeiro, BA; Missão Velha, CE; Palmeira dos Índios, AL; Pesqueira, PE; Poção, PE; Quebrangulo, AL; Riacho da Ressaca, BA; Santana do Ipanema, AL; São Benedito, CE; Seabra, BA; Triunfo, PE	2;14; 15; 24; 30; 33; 38	FN Araripe-Apodi	a
	Sciuridae: Sciurinae					
	<i>Sciurus aestuans</i>	Linnaeus, 1767	Penedo, AL	63		d
	<i>Sciurus alphonsei</i>	Thomas, 1903	Maranguape, CE	65		d
Xenarthra	Dasypodidae:					
	Dasypodinae					
	<i>Cabassous unicinctus</i>	(Linnaeus, 1758)	Jaíba, MG	38		e
	<i>Cabassous</i> sp.*		Afrânio, PE; Alagoinhas, BA; Alto Santo, CE; Amarante, PI; Anagé, BA; Andaraí, BA; Andorinha, BA; Araripe, CE; Baixa Grande, BA; Boa Nova, BA; Boa Vista do Tupim, BA; Brejões, BA; Brumado, BA; Buriti dos Montes, PI;	47	PN Chapada Diamantina; EE Raso da Catarina	?

Ordem	Táxon	Autor	Municípios de ocorrência documentada em bibliografia	Referências	Unidade Conservação	Tipo
			Cacimbinhas, AL; Cajazeiras, PB; Campo Formoso, BA; Cândido Sales, BA; Canindé de São Francisco, SE; Canudos, BA; Capim Grosso, BA; Casa Nova, BA; Cedro, CE; Cicero Dantas, BA; Curaçá, BA; Dirceu Arcoverde, PI; Encruzilhada, BA; Euclides da Cunha, BA; Exu, PE; Farias Brito, CE; Feira de Santana, BA; Floresta, PE; Francinópolis, PI; Gavião, BA; Iaçú, BA; Ibimirim, PE; Ibiquera, BA; Ipirá, BA; Itaberaba, BA; Itambé, BA; Itiruçu, BA; Jacobina, BA; Jacobina do Piauí, PI; Jaicós, PI; Jequié, BA; Jeremoabo, BA; Jucás, CE; Lagoa Nova, RN; Lajedo do Tabocal, BA; Lençóis, BA; Maracás, BA; Medina, MG; Milagres, CE; Mirante, BA; Monte Alegre de Sergipe, SE; Monte Santo, BA; Mucugê, BA; Mulungu, CE; Mundo Novo, BA; Nova Olinda, CE; Novo Horizonte, BA; Novo Oriente, CE; Oeiras, PI; Ouricuri, PE; Ourolândia, BA; Paulistana, PI; Paulo Afonso, BA; Petrolândia, PE; Picos, PI; Pilão Arcado, BA; Queimadas, PB; Regeneração, PI; Remanso, BA; Santa Bárbara, BA; Santa Brígida, BA; Santa Helena, PB; Santa Maria da Boa Vista, PE; Santana do Cariri, CE; São João do			

Ordem	Táxon	Autor	Municípios de ocorrência documentada em bibliografia	Referências	Unidade Conservação	Tipo
	<i>Dasytus novemcinctus</i>	Linnaeus, 1758	Jaguaribe, CE; São João do Piauí, PI; São João dos Patos, MA; São Miguel do Tapuio, PI; São Raimundo Nonato, PI; Senhor do Bonfim, BA; Sento Sé, BA; Símplicio Mendes, PI; Sobradinho, BA; Tanhaçu, BA; Tapiramutá, BA; Tauá, CE; Tobias Barreto, SE; Umburanas, BA; Utinga, BA; Valença do Piauí, PI; Valente, BA; Varjota, CE; Várzea Grande, PI; Vitória da Conquista, BA; Wagner, BA	1; 2; 30; 33; 47; 63; 64	PN Chapada Diamantina; FN Araripe-Apodí; EE Raso da Catarina; RB Itabaiana; PN Serra da Capivara; PN de Sete Cidades.	e

Ordem	Táxon	Autor	Municípios de ocorrência documentada em bibliografia	Referências	Unidade Conservação	Tipo
			Campos, PI; Caridade, CE; Carira, SE; Casa Nova, BA; Cedro, CE; Cícero Dantas, BA; Conceição do Coité, BA; Crateús, CE; Crato, CE; Curaçá, BA; Delmiro Gouveia, AL; Demerval Lobão, PI; Dirceu Arcoverde, PI; Elesbão Veloso, PI; Encruzilhada, BA; Euclides da Cunha, BA; Exu, PE; Farias Brito, CE; Fátima, BA; Feira de Santana, BA; Floresta, PE; Floriano, PI; Francinópolis, PI; Gavião, BA; Heliópolis, BA; Iaçú, BA; Ibiapina, CE; Ibiara, PB; Ibimirim, PE; Ibiquera, BA; Icó, CE; Iguatu, CE; Inajá, PE; Inhapi, AL; Ipirá, BA; Ipu, CE; Ipueiras, CE; Irauçuba, CE; Itabaiana, SE; Itaporanga, PB; Itaporanga da Ajuda, SE; Itiruçú, BA; Jacobina, BA; Jacobina do Piauí, PI; Jaguaratama, CE; Jaguaribe, CE; Jaíba, MG; Jaicós, PI; Jequié, BA; Jeremoabo, BA; Juazeiro, BA; Juazeiro do Norte, CE; Jucás, CE; Lagarto, SE; Lages, MA; Lagoa Nova, RN; Lajedo do Tabocal, BA; Lençóis, BA; Macambira, SE; Manaira, PB; Maracás, BA; Marau, BA; Mata Grande, AL; Medina, MG; Milagres, CE; Mirandiba, PE; Mirante, BA; Monsenhor Gil, PI; Monte Alegre			

Ordem	Táxon	Autor	Municípios de ocorrência documentada em bibliografia	Referências	Unidade Conservação	Tipo
			de Sergipe, SE; Monte Santo, BA; Morada Nova, CE; Mucugê, BA; Mulungu, CE; Mundo Novo, BA; Nossa Senhora da Glória, SE; Nova Olinda, CE; Novo Horizonte, BA; Novo Oriente, CE; Oeiras, PI; Ouricuri, PE; Orolândia, BA; Parnamirim, RN; Paulistana, PI; Paulo Afonso, BA; Pedra Mole, SE; Pedrinhas, SE; Pedro II, PI; Penedo, AL; Petrolândia, PE; Petrolina, PE; Picos, PI; Pilão Arcado, BA; Pilar, PB; Pimenteiras, PI; Pinhão, SE; Piracuruca, PI; Piripiri, PI; Poção, PE; Poço Redondo, SE; Poço Verde, SE; Poções, BA; Queimadas, PB; Quixaba, PB; Quixadá, CE; Regeneração, PI; Remanso, BA; Retirolândia, BA; Riachão do Dantas, SE; Ribeira do Pombal, BA; Salgueiro, PE; Santa Bárbara, BA; Santa Brígida, BA; Santa Cruz da Baixa Verde, PE; Santa Helena, PB; Santa Luz, PI; Santa Maria da Boa Vista, PE; Santana do Cariri, CE; São Domingos, SE; São João do Belmonte, PE; São João do Jaguaribe, CE; São João do Piauí, PI; São João dos Patos, MA; São José de Caiana, PB; São José de			

Ordem	Táxon	Autor	Municípios de ocorrência documentada em bibliografia	Referências	Unidade Conservação	Tipo
	<i>Euphractus sexcinctus</i>	(Linnaeus, 1758)	Piranhas, PB; São Miguel do Tapuio, PI; São Raimundo Nonato, PI; Senhor do Bonfim, BA; Sento Sé, BA; Serra Talhada, PE; Serrinha, BA; Simão Dias, SE; Símplicio Mendes, PI; Sobradinho, BA; Sobral, CE; Tabuleiro do Norte, CE; Tanhaçu, BA; Tapiramutá, BA; Tauá, CE; Teresina, PI; Terra Nova, PE; Tobias Barreto, SE; Uauá, BA; Umburanas, BA; Umirim, CE; Utinga, BA; Valença do Piauí, PI; Valente, BA; Varjota, CE; Várzea Grande, PI; Vitória da Conquista, BA; Wagner, BA; Afrânio, PE; Água Branca, PI; Aiuaba, CE; Alagoinhas, BA; Alcântaras, CE; Altaneira, CE; Alto Santo, CE; Altos, PI; Amarante, PI; Anagá, BA; Andaraí, BA; Andorinha, BA; Angical do Piauí, PI; Antonina do Norte, CE; Aracajú, SE; Aracatu, BA; Araripe, CE; Aratuba, CE; Assaré, CE; Baixa Grande, BA; Banabuiú, CE; Barão de Grajaú, MA; Boa Nova, BA; Boa Vista do Tupim, BA; Brejões, BA; Brumado, BA; Buriti dos Montes, PI; Cacimbinhas, AL;			

Ordem	Táxon	Autor	Municípios de ocorrência documentada em bibliografia	Referências	Unidade Conservação	Tipo
			Cajazeiras, PB; Campo do Brito, SE; Campo Formoso, BA; Campo Maior, PI; Cândido Sales, BA; Canindé, CE; Canindé de São Francisco, SE; Canudos, BA; Capim Grosso, Ba; Capitão de Campos, PI; Caridade, CE; Carira, SE; Casa Nova, BA; Cedro, CE; Cicero Dantas, BA; Conceição do Coité, BA; Crateús, CE; Crato, CE; Curaçá, BA; Delmiro Gouveia, AL; Demerval Lobão, PI; Dirceu Arcoverde, PI; Elesbão Veloso, PI; Encruzilhada, BA; Euclides da Cunha, BA; Exu, PE; Farias Brito, CE; Fátima, BA; Feira de Santana, BA; Floresta, PE; Floriano, PI; Francinópolis, PI; Gavião, BA; Heliópolis, BA; Iaçú, BA; Ibiapina, CE; Ibiara, PB; Ibimirim, PE; Ibiquera, BA; Icó, CE; Iguatu, CE; Inajá, PE; Inhapi, AL; Ipirá, BA; Ipu, CE; Ipueiras, CE; Irauçuba, CE; Itabaiana, SE; Itaporanga, PB; Itaporanga da Ajuda, SE; Itiruçu, BA; Jacobina, BA; Jacobina do Piauí, PI; Jaguaratama, CE; Jaguaribe, CE; Jaíba, MG; Jaicós, PI; Jequié, BA; Jeremoabo, BA; Juazeiro, BA; Juazeiro do Norte,	1; 20; 30; 33; 47	PN Chapada Diamantina; FN Araripe-Apodí; EE Raso da Catarina; RB Itabaiana; PN Serra da Capivara; PN Ubajara; PN de Sete Cidades.	e

Ordem	Táxon	Autor	Municípios de ocorrência documentada em bibliografia	Referências	Unidade Conservação	Tipo
			CE; Jucás, CE; Lagarto, SE; Lages, MA; Lagoa Nova, RN; Lajedo do Tabocal, BA; Lençóis, BA; Macambira, SE; Manaira, PB; Maracás, BA; Marau, BA; Mata Grande, AL; Medina, MG; Milagres, CE; Mirandiba, PE; Mirante, BA; Monsenhor Gil, PI; Monte Alegre de Sergipe, SE; Monte Santo, BA; Morada Nova, CE; Mucugê, BA; Mulungu, CE; Mundo Novo, BA; Nossa Senhora da Glória, SE; Nova Olinda, CE; Novo Horizonte, BA; Novo Oriente, CE; Oeiras, PI; Ouricuri, PE; Ourolândia, BA; Parnamirim, RN; Paulistana, PI; Paulo Afonso, BA; Pedra Mole, SE; Pedrinhas, SE; Pedro II, PI; Penedo, AL; Petrolândia, PE; Petrolina, PE; Picos, PI; Pilão Arcado, BA; Pilar, PB; Pimenteiras, PI; Pinhão, SE; Piracuruca, PI; Piripiri, PI; Poção, PE; Poço Redondo, SE; Poço Verde, SE; Poções, BA; Queimadas, PB; Quixaba, PB; Quixadá, CE; Regeneração, PI; Remanso, BA; Retirolândia, BA; Riachão do Dantas, SE; Ribeira do Pombal, BA; Salgueiro, PE; Santa Bárbara, BA; Santa Brígida, BA; Santa Cruz da Baixa Verde, PE; Santa Helena,			

Ordem	Táxon	Autor	Municípios de ocorrência documentada em bibliografia	Referências	Unidade Conservação	Tipo
	<i>Dasybus septemcinctus</i>	Linnaeus, 1758	PB; Santa Luz, PI; Santa Maria da Boa Vista, PE; Santana do Cariri, CE; São Domingos, SE; São João do Belmonte, PE; São João do Jaguaribe, CE; São João do Piauí, PI; São João dos Patos, MA; São José de Caiana, PB; São José de Piranhas, PB; São Lourenço das Matas, PE; São Miguel do Tapuio, PI; São Raimundo Nonato, PI; Senhor do Bonfim, BA; Sento Sé, BA; Serra Talhada, PE; Serrinha, BA; Simão Dias, SE; Simplicio Mendes, PI; Sobradinho, BA; Sobral, CE; Tabuleiro do Norte, CE; Tanhaçu, BA; Tapiramutá, BA; Tauá, CE; Teresina, PI; Terra Nova, PE; Tobias Barreto, SE; Uauá, BA; Ubajara, CE; Umburanas, BA; Umirim, CE; Utinga, BA; Valença do Piauí, PI; Valente, BA; Varjota, CE; Várzea Grande, PI; Vitória da Conquista, BA; Wagner, BA	1; 47	PN Serra da Capivara; EE Raso da Catarina.	E

Ordem	Táxon	Autor	Municípios de ocorrência documentada em bibliografia	Referências	Unidade Conservação	Tipo
	<i>Tolypeutes tricinctus</i>	(Linnaeus, 1758)	Canindé de São Francisco, SE; Canudos, BA; Capim Grosso, BA; Capitão de Campos, PI; Caridade, CE; Carira, SE; Casa Nova, BA; Curaçá, BA; Dirceu Arcoverde, PI; Floresta, PE; Jacobina, BA; Jaicós, PI; Jeremoabo, BA; Juazeiro, BA; Mulungu, CE; Mundo Novo, Oeiras, PI; Ouricuri, PE; Paulistana, PI; Paulo Afonso, BA; Pedra Mole, SE; Petrolina, PE; Picos, PI; Pilão Arcado, BA; Pinhão, SE; Poço Verde, SE; Remanso, BA; Retirolândia, BA; Santa Brígida, BA; Santa Helena, PB; Santa Maria da Boa Vista, PE; São João do Piauí, PI; São Raimundo Nonato, PI; Sento Sé, BA; Serrinha, BA; Simplicio Mendes, PI; Sobradinho, BA; Tobias Barreto, SE; Uauá, BA; Valente, BA	1; 33; 47; 48; 53	PN Serra da Capivara; EE Raso da Catarina	c
			Afrânio, PE; Aiuaba, CE; Alagoinhas, BA; Andorinha, BA; Assaré, CE; Brejões, BA; Buriti dos Montes, PI; Cacimbinhas, AL; Campo Formoso, BA; Canindé de São Francisco, SE; Canudos, BA; Capim Grosso, BA; Casa Nova, BA; Cedro, CE; Coribe, BA; Crato, CE; Curaçá, BA; Dirceu Arcoverde, PI; Euclides da Cunha, BA; Floresta, PE;			

Ordem	Táxon	Autor	Municípios de ocorrência documentada em bibliografia	Referências	Unidade Conservação	Tipo
	<i>Tolypeutes tricinctus</i>	(Linnaeus, 1758)	Francinópolis, PI; Ibimirim, PE; Inajá, PE; Itacuruba, PE; Jacobina, BA; Jacobina do Piauí, PI; Jaicós, PI; Jeremoabo, BA; Juazeiro, BA; Juazeiro do Norte, CE; Monte Alegre de Sergipe, SE; Monte Santo, BA; Mulungu, CE; Mundo Novo, BA; Novo Horizonte, BA; Novo Oriente, CE; Oeiras, PI; Ouricuri, PE; Ourolândia, BA; Palmas de Monte Alto, BA; Parnamirim, RN; Paulistana, PI; Paulo Afonso, BA; Petrolândia, PE; Petrolina, PE; Picos, PI; Pilão Arcado, BA; Pilar, PB; Pimenteiras, PI; Pinhão, SE; Poção, PE; Queimadas, PB; Quixaba, PB; Regeneração, PI; Remanso, BA; Retirolândia, BA; Saboeiro, CE; Salgueiro, PE; Santa Brígida, BA; Santa Maria da Boa Vista, PE; São João do Belmonte, PE; São João do Piauí, PI; ; São Miguel do Tapuio, PI; São Raimundo Nonato, PI; Senhor do Bonfim, BA; Sento Sé, BA; Simplicio Mendes, PI; Sobradinho, BA; Taracatú, PE; Terra Nova, PE; Uauá, BA; Umburanas, BA; Valente, BA; Varjota, CE; Várzea Grande, PI	1; 33; 47; 48; 53	PN Serra da Capivara; EE Raso da Catarina	c

Ordem	Táxon	Autor	Municípios de ocorrência documentada em bibliografia	Referências	Unidade Conservação	Tipo
	Bradypodidae					
	<i>Bradypus tridactylus</i>	Linnaeus, 1758	Penedo, AL	63		d
	Myrmecophagidae					
	<i>Cyclopes didactylus</i>	(Linnaeus, 1758)	Mamanguape, PB; Penedo, AL	63; 53		d
	<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	Linnaeus, 1758	São Raimundo Nonato, PI	1	PN Serra da Capivara	e
	<i>Tamandua tetradactyla</i>	(Linnaeus, 1758)	Crato, CE; Canindé de São Francisco, SE; Delmiro Gouveia, AL; Exu, PE; Maceió, AL; Olho D'água do Casado, AL; Penedo, AL; Piranhas, AL; São Raimundo Nonato, PI; Ubajara, CE	1; 20; 30; 38; 52; 63	FN Araripe-Apodi; PN Serra da Capivara; PN Ubajara	e

Referências:

- [1] Araújo *et al.* 1998.
[2] Avila-Pires 1965
[3] Bandouk & Reis 1995
[4] Baptista & Oliveira 1998
[5] Bernardes *et al.* 1990
[6] Bonvicino 1994
[7] Bonvicino & Almeida 2000
[8] Bonvicino *et al.* 1999
[9] Bonvicino & Weskler 1998
[10] Brandt & Pessôa 1994
[11] Camardella *et al.* 1998
[12] Coimbra-Filho & Câmara 1996
[13] Fonseca *et al.* 1996
[14] Freitas 1957
[15] Freitas & Rocha 2000
[16] González & Oliveira 1997
[17] Gregorin 1995
[18] Gregorin 1998
[19] Guedes *et al.* 2000
[20] Guedes & Silva 2000
[21] Hirsch 1991
[22] Hueck 1972
[23] Jones & Hood 1993
[24] Karimi *et al.* 1976
[25] Kobayashi & Langguth 1999
[26] Leal-Mesquita 1991
[27] Lima 1926
[28] Machado *et al.* 1998
[29] Maia & Hulak 1981
[30] Mares *et al.* 1981
[31] Mares 1985
[32] Marinho-Filho & Verissimo 1997
[33] Moojen 1943
[34] Mustrangi & Patton 1997
[35] Neiva & Penna 1916
[36] Nogueira *et al.* 1996
[37] Oliveira 1998
[38] Oliveira *et al.* 1994
[39] Oliveira & Filho 2000
[40] Olmos 1993
[41] Palma & Yates 1998
[42] Pessôa & Strauss 1999
[43] Reis & Pessôa 1995
[44] Rizzini 1979
[45] Rocha 1995
[46] Salles *et al.* 1999
[47] Santos 1993
[48] Santos *et al.* 1994
[49] Santos & Rocha 2000
[50] Sarmiento 1975
[51] Sick 1987
[52] Silva 2000
[53] Silva & Oren 1993
[54] Silva 2000
[55] Silva 2000
[56] Silva 2000
[57] Simmons 1996
[58] Smith & Patton 1999
[59] Sousa & Langguth 2000
[60] Svartman M. 1989
[61] Thomas 1910
[62] Tribe 1996

- [63] Vieira 1953
- [64] Vieira 1957
- [65] Vivo 1997
- [66] Voss & Emmons 1996
- [67] Webster 1993
- [68] Weksler 1996
- [69] Wetzell 1980
- [70] Wilson & Reeder 1993
- [71] Willig & Mares 1989
- [72] Winge 1887
- [73] Ximenez 199

SEÇÃO II

Padrões de Diversidade e Distribuição de Espécies em Escala Local

RIQUEZA E DIVERSIDADE DE PLANTAS LENHOSAS EM CINCO UNIDADES DE PAISAGEM DA CAATINGA

*Roselita Altagina da Silva, André Mauricio
Melo Santos & Marcelo Tabarelli*

Introdução

A Caatinga cobre aproximadamente 800.000 km² do nordeste brasileiro, e corresponde a 11% do território nacional (Rizzini 1997). Seu clima é de caráter semi-árido quente, com altas temperaturas, precipitações escassas e irregulares, com 7 a 10 meses de forte estação seca (RADAMBRASIL 1983, Nimer 1977). A temperatura média anual é de 24 a 26°C e a precipitação varia entre 250 e 1000 mm/ano (Andrade-Lima 1981). Os domínios geomorfológicos da Caatinga correspondem aos terrenos da porção cristalina e da bacia sedimentar. Essas unidades são caracterizadas por apresentarem solos rasos, argilosos e rochosos (cristalino) e solos profundos e arenosos (sedimentar) (Sampaio 1995). Tais variações, somadas ao clima e ao relevo, fazem com que a Caatinga englobe um número elevado de formações e tipos vegetacionais (Egler 1951, Ferri 1980, Andrade-Lima 1981). Veloso *et al.* (1992) classificaram a Caatinga em savana estépica com subformações de acordo com as características do componente arbóreo (*e.g.*, savana estépica florestada, savana estépica arborizada e savana estépica

parque). Esta classificação é baseada não apenas na sua variedade fisionômica, mas principalmente em sua dupla estacionalidade: um período seco bem marcado e outro de chuvas torrenciais.

A Caatinga é um dos setores menos estudados do Brasil e, por isso, sua diversidade biológica tem sido subestimada (Silva & Dinnouti 1999). Segundo Tabarelli *et al.* (2000), 41,1% da Caatinga ainda não foi amostrada e 80% da área está sub-amostrada, sendo as áreas menos perturbadas àquelas com menores esforços de coleta. Mesmo assim, atualmente são conhecidas 932 espécies de plantas (380 endêmicas); 148 espécies de mamíferos (10 endêmicas); 348 espécies de aves (15 espécies e 45 subespécies endêmicas) e entre os anfíbios e répteis, 15% também são endêmicos (MMA 2002). As espécies se concentram onde as condições ambientais são mais favoráveis, o que depende da geomorfologia, do relevo e dos solos da região. De modo geral, a porção sedimentar é mais rica que o cristalino (Rodal 1992, Lemos 1999); as maiores altitudes também apresentam maiores riquezas (Lyra 1984) e os solos mais férteis (de origem sedimentar), além de apresentarem maiores riquezas, apresentam maior número de indivíduos por espécie (Andrade-Lima 1981, Rodal 1992).

Apesar das evidências empíricas quanto aos padrões de distribuição e abundância da biota da Caatinga, o enfoque ecológico tem sido tratado a partir de metodologias pouco consistentes cientificamente. Do ponto de vista ecológico, a distribuição e abundância da biota podem ser abordadas de diferentes formas, dependendo da escala espacial e temporal utilizada (Myers & Giller 1988, Brown & Lomolino 1998). Na escala da ecologia de paisagem (*sensu* Forman 1999), por exemplo, o problema está centrado na capacidade de distribuição espacial dos organismos entre os diferentes habitats críticos (*e.g.*, unidades de paisagens) (Coulson *et al.* 1999, Forman 1999,

Debiniski *et al.* 2001), sendo influenciados por interações ecológicas e pelo histórico de perturbação local (Myers & Giller 1988, Debiniski *et al.* 2001). Nesta escala, são encontradas espécies confinadas a uma única unidade de paisagem, espécies que se deslocam entre as unidades e espécies que ocorrem em regiões limítrofes (Forman 1999). Estas características de distribuição e abundância de organismos entre os diferentes habitats críticos têm levado os conservacionistas a adotarem estudos no nível de paisagem (Primack 1995), visando garantir a manutenção da biodiversidade em uma escala regional (Forman 1999).

Neste estudo, realizado na escala de paisagem, partimos da premissa geral de que as unidades de paisagem são preditoras da distribuição e abundância da biota da Caatinga. Então, foram testadas as seguintes hipóteses: (1) as espécies de plantas lenhosas ocorrem em unidades de paisagem preferenciais; (2) existe diferença na frequência de indivíduos por espécie (*i.e.*, abundância) entre as unidades de paisagem; (3) existe diferença na riqueza de espécies entre as unidades de paisagem; (4) existe diferença na diversidade de espécies entre as unidades de paisagem e (5) a similaridade entre as unidades de paisagem não é explicada pelo acaso. Os resultados deste estudo representam um importante passo para a definição do padrão de distribuição e abundância das espécies de plantas lenhosas entre unidades de paisagem da Caatinga, constituindo uma base para o entendimento dos processos ecológicos que mantêm a biodiversidade desse ecossistema.

Material e métodos

Área de estudo

O estudo foi realizado no nordeste do Brasil, em áreas de Caatinga localizadas em municípios dos estados de Alagoas (Piranhas, Olho D'água do Casado e Delmiro Gouveia), Bahia (Paulo Afonso) e Sergipe (Canindé de São Francisco), na bacia do rio São Francisco, próximo à hidrelétrica de Xingó ($09^{\circ}30' - 10^{\circ}00' S$ e $37^{\circ}30' - 38^{\circ}00' W$) (Figura 1). Segundo RADAMBRASIL (1983), a área de estudo pertence principalmente ao domínio

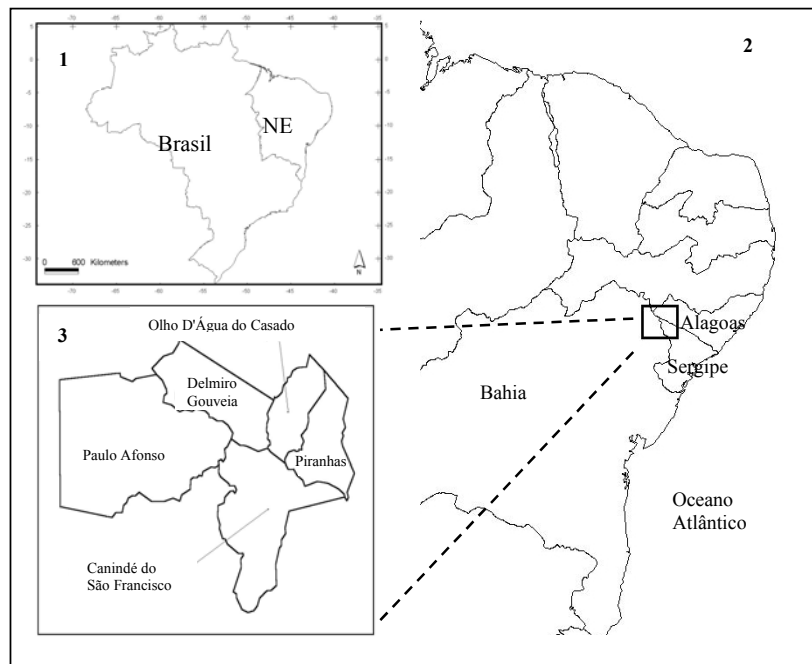


Figura 1. Área de estudo: (1) localização da região nordeste no território brasileiro; (2) localização dos estados e (3) dos municípios onde o estudo foi realizado.

morfoestrutural representado pela unidade geomorfológica do pediplano do baixo São Francisco. Essa unidade tem como característica a uniformidade de feições, exibindo vastos planos e elevações residuais, constituindo, no conjunto, uma depressão pediplanada limitada por relevos escarpados. Os solos que predominam na área são: Litólicos, Cambissolos, Podzólicos Eutróficos, Bruno não-Cálcico e Planossolos. O clima é semi-árido quente, marcado por precipitações escassas (500 – 600 mm) e mal distribuídas, o que determina um longo período de seca. Índices inferiores são observados em Canindé de São Francisco, que pode chegar a menos de 500 mm. As temperaturas médias anuais são de 25 a 27°C nos meses mais quentes, caindo para menos de 21°C nos meses mais frios, ao longo do rio São Francisco (PLGGB 1988). Segundo Veloso *et al.* (1992) e Brazão & Santos (1997), a vegetação é de caatinga, do tipo savana-estépica-arborizada.

A área se encontra bastante modificada devido à ação antrópica (Santos & Tabarelli 2002), sendo a agropecuária uma das principais atividades econômicas no local. A vegetação tem um longo histórico de corte para produção de carvão e lenha (Santos & Tabarelli 2002). Na região há ainda a criação de bovinos e caprinos e é muito comum o plantio de palma (*Opuntia palmadora*, Cactaceae) como planta forrageira para o gado.

Ocorrência, frequência de indivíduos, riqueza e diversidade de espécies lenhosas

Para verificar a influência das unidades de paisagem sobre a ocorrência, frequência de indivíduos, riqueza e diversidade de plantas lenhosas na Caatinga, foram realizados inventários florísticos em diferentes fisionomias de Caatinga na região de Xingó. Noventa parcelas de 10 x 100 m (0,1 ha) foram distribuídas de forma aleatória em um polígono de 60 km x 44,2 km

(2652 km²), onde foram amostrados todos os indivíduos lenhosos (árvores e arbustos) com diâmetro a altura do peito maior ou igual a 5 cm. Para cada indivíduo foram registrados o diâmetro a altura do peito, o número de ramificações e a altura. O material botânico referente a cada espécie registrada foi coletado e processado ainda em campo, sendo a identificação realizada nos herbários RADAMBRASIL (IBGE-Salvador) e da Universidade Estadual de Feira de Santana (HUEFS). Esse material está depositado no herbário Geraldo Mariz, na Universidade Federal de Pernambuco (registros de nº 30.444 a 30.875).

Foram definidas cinco unidades de paisagens na área de estudo (cf. Guerra 1975): (1) *canyon* - vales de paredes abruptas, encaixados, os quais adquirem características mais típicas quando cortam estruturas sedimentares que pouco se afastam do horizonte; (2) ravina – é uma unidade de paisagem decorrente do processo erosivo que ocorre nas laterais dos *canyon*, causado pelo escoamento de água da superfície em direção ao fundo dos vales; (3) serra - são terrenos acidentados com fortes desníveis que constituem escarpas ou agrupamentos de *inselbergs*; (4) tabuleiro arenoso - estrutura de topografia plana sedimentar e de baixa altitude, semelhante a planaltos, terminados geralmente de forma abrupta e onde predominam solos arenosos e (5) tabuleiro argiloso - forma topográfica plana sedimentar e de baixa altitude, semelhante a planaltos, terminados geralmente de forma abrupta e onde predominam solos argilosos.

As unidades de paisagem foram representadas por número de parcelas diferentes, de acordo com a distribuição dos remanescentes de Caatinga na região. Mais especificamente, 19 parcelas ocorreram no *canyon*, nove na ravina, 19 na serra, 21 no tabuleiro arenoso e 22 no tabuleiro argiloso. A identificação das parcelas em cada unidade de paisagem foi realizada a partir do

cruzamento de mapas digitais, utilizando-se o programa ArcView 3.1 (ESRI 1998). Para cada parcela foram definidas a ocorrência (*i.e.*, composição), a frequência de indivíduos, a riqueza de espécies e a diversidade (índice de diversidade de Shannon-Wiener, Krebs 1989) de plantas lenhosas.

Similaridade entre as unidades de paisagem

A composição florística das unidades de paisagem foi comparada a partir do índice de similaridade de Jaccard (ver Krebs 1989). Com os valores obtidos foi gerado um dendrograma de similaridade, sendo usado o método de ligação simples (ver Valentin 2000). Para testar se os índices de similaridade e, conseqüentemente, o agrupamento entre as cinco unidades de paisagem poderiam ser explicados pelo acaso, foram realizadas 4000 replicações a partir do método de permutação Monte Carlo. As permutações pelo método Monte Carlo produzem valores de similaridade simulados, obtidos a partir de matrizes de dados geradas por meio da realocação dos valores originais das amostras (*i.e.*, unidades de paisagem) (Manly 1997). Se o índice de similaridade dos dados originais (*i.e.*, sem simulação) for significativamente maior do que os dados simulados, a similaridade é significativa (alfa usado = 0,05). As permutações foram realizadas com o uso do software RandMat ver. 1.0 for Windows (<http://eco.ib.usp.br/labmar>).

Análise estatística

A ocorrência das espécies nas parcelas e a frequência de indivíduos por espécie nas unidades de paisagem foram analisadas com o uso do teste G (Sokal & Rohlf 1996). Para garantir uma boa amostragem, apenas espécies com mais de 50 indivíduos foram analisadas estatisticamente. Essas espécies ficaram distribuídas no número mínimo de 39 parcelas. Foi usado o teste t (Sokal & Rohlf

1996) para verificar se existe diferença na riqueza e na diversidade de espécies entre as parcelas das diferentes unidades de paisagem. Foi utilizado o teste Kolmogorov-Smirnov (Lilliefors) para testar a normalidade dos dados (Zar 1996). Todas as análises foram feitas com o uso do programa Systat 6.0 (Wilkinson 1996).

Resultados

Ocorrência e frequência de indivíduos das espécies lenhosas nas unidades de paisagem

Foram amostradas 101 espécies lenhosas (Apêndice) distribuídas nas cinco diferentes unidades de paisagem. Dessas espécies, 37 (36,3%) foram restritas a uma única unidade de paisagem, 17 (16,8%; Tabela 1) a duas unidades, 11 (10,8%) a três unidades, sete (6,9%) a quatro unidades e 29 (28,7%) espécies estavam presentes em todas as unidades (Figura 2). Entre as espécies restritas a uma única unidade houve maior ocorrência no tabuleiro arenoso (23 espécies; 26,2%), mas isto ocorreu em função dessas espécies serem raras e não como uma resposta à unidade de paisagem.

Entre as 101 espécies estudadas, 12 (11,8%) foram consideradas muito frequentes (ocorreram em 39 a 81 parcelas), 22 (21,78%) frequentes (em nove a 27 parcelas) e 67 (66,3%) pouco frequentes (< nove parcelas; ver Apêndice). A frequência de ocorrência das 12 espécies muito frequentes não diferiu da frequência de ocorrência das parcelas por unidade de paisagem, ou seja, as espécies muito frequentes não apresentaram distribuição associada a unidades de paisagem, conforme ilustrado por *Caesalpinia pyramidalis* (Leguminosae) e *Aspidosperma pyriformium* (Apocynaceae; Figura 3).

Quanto ao número de indivíduos por espécie, 15 (14,8%) espécies foram consideradas muito abundantes (entre 200 - 6013 indivíduos amostrados), nove (9,9%) abundantes (entre 50 - 199 indivíduos) e 76 (75,2%) pouco abundantes (< 50 indivíduos no total das 90 parcelas). Entre as 24 espécies muito abundantes e abundantes, 15 (62%) apresentaram número de indivíduos diferentes entre as unidades de paisagem, como exemplificado por *Myracrodruon urundeuva* (Anacardiaceae) ($G = 31,8$; $gl = 4$; $p < 0,001$; $n = 327$) e *Ziziphus joazeiro* (Rhamnaceae) ($G = 53,6$; $gl = 4$; $p < 0,001$; $n = 207$; Figura 4). Ou seja, entre as unidades de paisagem, houve diferença significativa na frequência de indivíduos de mais de 60% das espécies que foram analisadas estatisticamente.

Riqueza e diversidade de espécies nas unidades de paisagem

As unidades de paisagem apresentaram diferenças significativas na riqueza e na diversidade de espécies. O número de espécies (*i.e.*, riqueza) entre as unidades de paisagem variou entre $11,05 \pm 3,7$ espécies/0,1 ha no *canyon* e $16,5 \pm 5,0$ espécies/0,1 ha no tabuleiro arenoso, uma diferença significativa de 49% ($F = 4,83$; $gl = 4$; $p = 0,0018$). Mais especificamente, a riqueza no tabuleiro arenoso foi significativamente maior que no *canyon*, na ravina e no tabuleiro argiloso (Tabela 2). A diversidade no tabuleiro arenoso foi significativamente maior que em todos os outros tipos de unidades de paisagem ($F = 3,29$; $gl = 4$; $p = 0,015$).

Similaridade entre as unidades de paisagem

Três das unidades de paisagem agrupadas pelo método de ligação simples apresentaram índices de similaridade acima do limite de significância (Jaccard > 0.6; $p < 0,05$; 4000 replicações), enquanto as demais (duas unidades) apresentaram índices abaixo deste limite. As três unidades que apresentaram índices com

valores acima do limite de significância foram *canyon*, tabuleiro argiloso e serra (Figura 5). As unidades de paisagem mais próximas floristicamente foram *canyon* e tabuleiro argiloso (similaridade de Jaccard = 0,619; $p < 0,05$), enquanto as mais distantes foram ravina e tabuleiro arenoso (0,41; NS) (Figura 5).

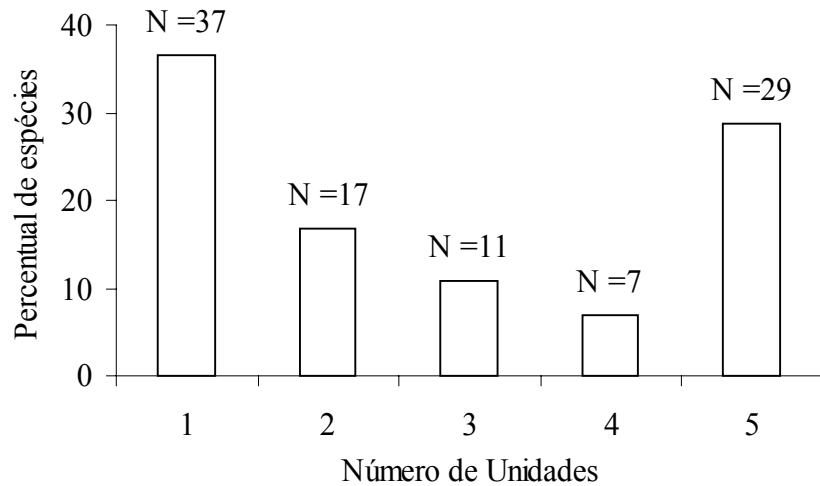


Figura 2. Percentual de espécies distribuídas por número de unidades na área de estudo, Xingó, estados de Alagoas, Bahia e Sergipe, Brasil.

Discussão

Três das hipóteses testadas neste estudo apoiaram as unidades de paisagem como preditoras da distribuição e abundância de plantas lenhosas da Caatinga: a hipótese da diferença na frequência de indivíduos e as hipóteses da diferença na riqueza e na diversidade de espécies. Ao contrário do esperado, a hipótese de

Tabela 1. Lista de espécies restritas a apenas uma unidade de paisagem da caatinga da região de Xingó, estados de Alagoas, Bahia e Sergipe, Brasil.

Espécies	Canyon	Ravina	Serra	Tabulero arenoso	Tabulero argiloso
<i>Acacia</i> sp.	1				
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.				1	
<i>Acacia piauhiensis</i> Benth.				1	
<i>Allamanda blanchetti</i> A. DC.				1	
<i>Annona coriacea</i> Mart.				1	
<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.)			1		
<i>Byrsonima dispar</i> Griseb.			1		
<i>Capsicum flexuosum</i> Sendt.				1	
<i>Chamaecrista</i> sp.				1	
<i>Chamaecrista desvauxii</i> Killep	1				
<i>Combretum duarteanum</i> Cambess.				1	
<i>Cordia multispicata</i> Cham.				1	
<i>Croton argirophyloides</i> Müll. Arg.	1				
<i>Croton micans</i> Sw.				1	
<i>Erythrina velutina</i> Willd.				1	
<i>Eugenia</i> sp.		1			
<i>Guettarda</i> sp.				1	
<i>Guettarda angelica</i> Mart. ex Mull. Arg.				1	

Espécies	Canyon	Ravina	Serra	Tabulero arenoso	Tabulero argiloso
<i>Jatropha mutabilis</i> (Pohl) Baill.				1	
<i>Lantana</i> sp.	1				
<i>Lantana</i> sp. 1					1
<i>Lantana camara</i> L.				1	
<i>Lippia gracilis</i> Phil.				1	
<i>Manihot epruinosa</i> Pax & K. Hoffm.	1				
<i>Mimosa</i> sp.			1		
Myrtaceae 1				1	
Myrtaceae 2				1	
Myrtaceae 3	1				
<i>Prockia crucis</i> L.				1	
<i>Psidium</i> sp.			1		
Rubiaceae 1				1	
<i>Ruellia asperula</i> (Mort. & Nees) Benth. & Hook. F.				1	
Solanaceae 1				1	
Solanaceae 2			1		
<i>Sebastiania</i> cf. <i>brasiliensis</i> Spreng.		1			
<i>Senna spectabilis</i> H. S. Irwin & Barneby				1	
Indeterminada				1	

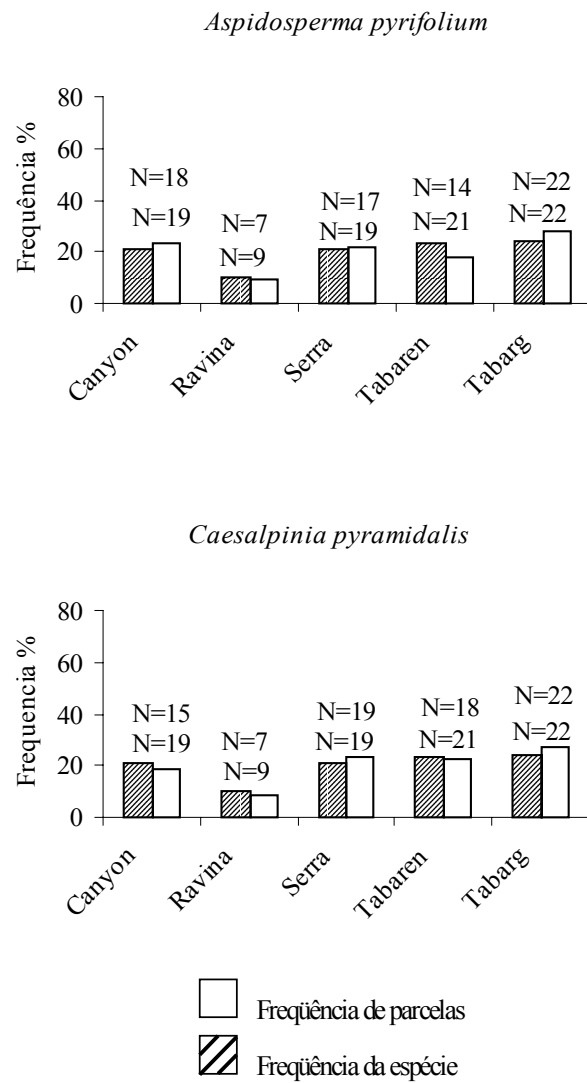


Figura 3. Frequência de ocorrência de espécies nas parcelas entre as unidades de paisagem da área de estudo, Xingó, estados de Alagoas, Bahia e Sergipe, Brasil.

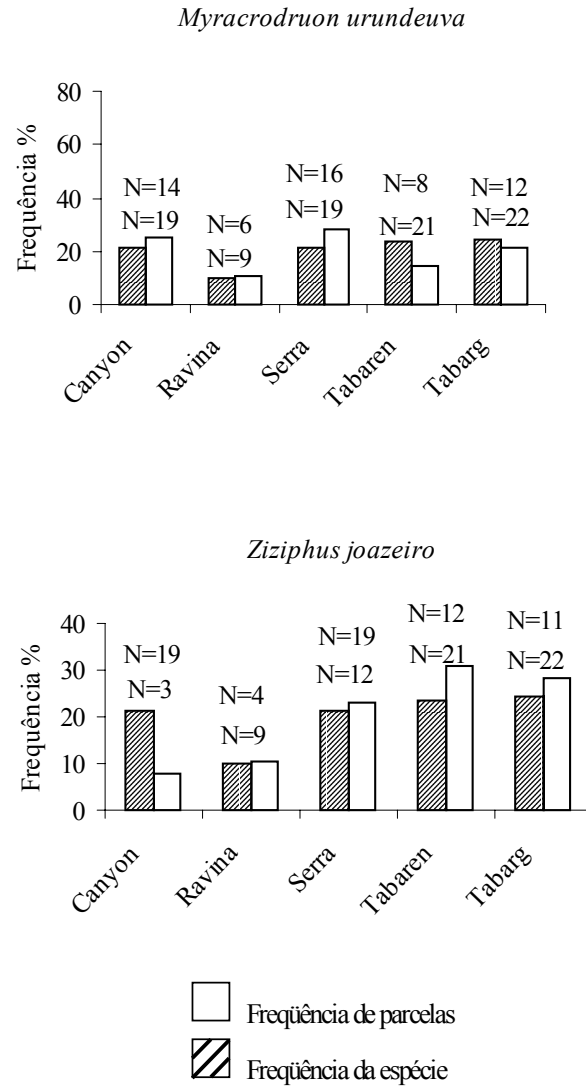


Figura 4. Abundância de espécies associadas às unidades de paisagem da área de estudo, Xingó, estados de Alagoas, Bahia e Sergipe, Brasil.

Tabela 2. Riqueza e diversidade (índice de diversidade de Shannon-Wiener) de espécies vegetais lenhosas de acordo com as unidades de paisagem reconhecidas para a caatinga da região de Xingó, estados de Alagoas, Bahia e Sergipe, Brasil.

Unidades	<i>Canyon</i> (N=19)	Ravina (N=9)	Serra (N=19)	Tabuleiro arenoso (N= 21)	Tabuleiro argiloso (N=22)
Riqueza	11,05 ± 3,70	12,66 ± 3,16	13,89 ± 4,21	16,57 ± 5,0	13,86 ± 3,41
Diversidade de espécies	2,41 ± 0,53	2,39 ± 0,3	2,27 ± 0,48	2,81 ± 0,69	2,25 ± 0,57

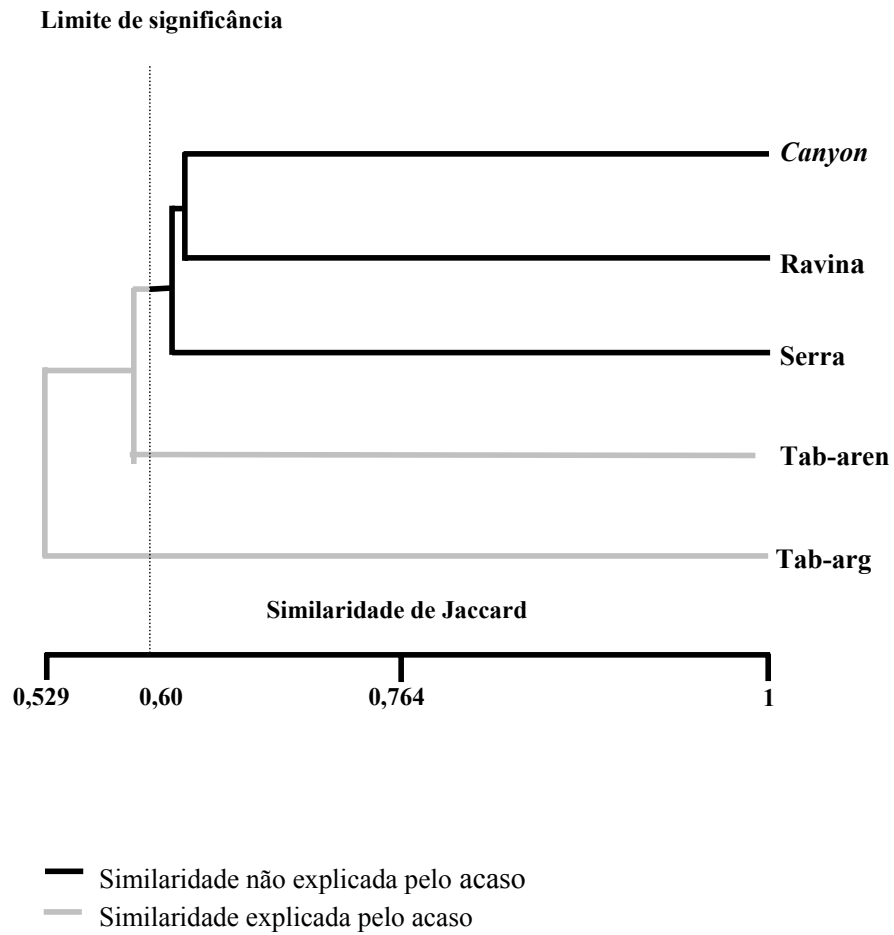


Figura 5. Dendrograma de similaridade entre as unidades de paisagem estudadas na região de Xingó, estados de Alagoas, Bahia e Sergipe. Para testar se os índices de similaridade e, conseqüentemente, o agrupamento entre as cinco unidades de paisagem poderia ser explicado pelo acaso, foram realizadas 4000 replicações a partir do método de permutação Monte Carlo.

que a similaridade entre as unidades não pode ser explicada pelo acaso foi confirmada apenas para três das cinco unidades estudadas e a hipótese de que as espécies de plantas ocorrem em unidades preferenciais não foi corroborada. Esta última hipótese não foi confirmada provavelmente porque as espécies que ocorreram em uma única unidade são, em princípio, raras, não sendo provável a sua ocorrência em mais de uma unidade de paisagem (e.g., *Byrsonima dispar*, Malpighiaceae; *Balfourodendron riedelianum*, Rutaceae; *Jatropha mutabilis*, Euphorbiaceae). Essas espécies possuem distribuição ecológica restrita, de forma que não se pode afirmar que suas distribuições sejam reguladas pelas unidades de paisagem.

A hipótese da frequência de indivíduos foi confirmada, mas esse resultado se aplica apenas para parte (62%) das espécies frequentes e muito frequentes que apresentaram maiores números de indivíduos em unidades de paisagem preferenciais. Outras espécies (36%), também incluídas na categoria de frequentes e muito frequentes, foram indiferentes quanto ao número de indivíduos entre as unidades. Além disso, não há como definir qual das unidades de paisagem abrigou o maior número de indivíduos por espécie, pois diferentes espécies foram mais bem representadas em unidades de paisagens distintas. Por outro lado, estes resultados não invalidam a hipótese de que as unidades de paisagem são preditoras da frequência de indivíduos por espécie (i.e., abundância). Ao contrário, eles estão de acordo com o padrão de distribuição log-normal (ver Putman 1994, Ricklefs 1996), que define a existência de poucas espécies abundantes e muitas espécies raras em uma determinada região (Krebs 1989, Valentin 2000), o que também é razoável pensar do ponto de vista da ecologia de paisagem (ver Forman 1999).

Quanto à riqueza e diversidade de espécies, o tabuleiro arenoso foi a unidade de paisagem mais bem representada, porque foi principalmente nesta unidade que as espécies raras ocorreram. No entanto, se por um lado a presença das espécies raras elevou a riqueza e diversidade do tabuleiro arenoso, por outro, fez com que esta fosse uma das unidades com menor similaridade entre as analisadas neste estudo, com índices abaixo do limite de significância. A ravina também apresentou índices de similaridade abaixo do nível de significância, sendo ambas (tabuleiro arenoso e ravina) unidades contrárias à hipótese da similaridade defendida neste trabalho. Por outro lado, o agrupamento entre as unidades *canyon*, tabuleiro argiloso e serra apresentaram similaridades não explicadas pelo acaso, ou seja, seus índices de similaridade foram maiores que os que seriam obtidos se as espécies estivessem distribuídas de forma aleatória entre as unidades de paisagem (Manly 1997).

O padrão encontrado neste estudo é o esperado em biotas que apresentam flora ou fauna distribuídas de acordo com o conceito de *nestedness*, ou seja, ao longo de um gradiente de condições ambientais, os locais mais restritivos abrigam sub-grupos de espécies que ocorrem nos ambientes menos restritivos e, desta forma, com maior riqueza de espécies (Atmar & Patterson 1993). Se aceitarmos que determinadas unidades de paisagem como o *canyon* e as serras são ambientes restritos ao estabelecimento de plantas lenhosas, podemos prever, então, que estas unidades abrigam apenas um sub-grupo das espécies presentes nos tabuleiros.

A distribuição da biota analisada neste estudo se enquadrou bem no conceito de *nestedness* devido à heterogeneidade ambiental da Caatinga (ver Bigarella *et al.* 1994). O domínio morfoclimático das Caatingas é caracterizado por um conjunto de

depressões intermontanas e interplanálticas semi-áridas, freqüentes afloramentos de rochas de drenagem intermitentes e numerosos campos de *inselbergs* típicos (Ab'Sáber 1970). Na Caatinga são encontradas pelos menos 11 classes de solo em relevos que variam de plano à suave ondulado (RADAMBRASIL 1983, Cavedon 1986), formando um mosaico de condições de fertilidade e de disponibilidade hídrica (Lins 1989). Associada a esta variação natural agrega-se ainda a pressão antrópica (Fonseca 1991), representada principalmente pela pecuária e agricultura de subsistência, instaladas nos ambientes mais favoráveis (vales ou baixadas) (Lins 1989, Sampaio & Mazza 2000). Essa heterogeneidade ambiental reflete diferentes características presentes em cada unidade de paisagem, constituindo uma das principais forças responsáveis pela distribuição das espécies numa escala de paisagem (ver Forman 1999).

Na verdade, a idéia de unidades de paisagem ou unidades geomorfológicas como preditoras de distribuição e abundância de plantas lenhosas na Caatinga é bastante antiga, tendo sido abordada nas escalas macro, meso e micro (*cf.* escalas regional, de paisagem e local). Na escala macro, Andrade-Lima (1981) defendeu fatores pedológicos e climáticos como responsáveis pelo padrão de distribuição das plantas. Este autor reconheceu seis unidades paisagísticas em 12 comunidades-tipo distribuídas na Caatinga, admitindo que talvez exista um número maior de tipos de comunidades onde comunidades menores possam estar inseridas umas nas outras. Na escala meso (cristalino *vs.* sedimentar), Rodal (1984) defendeu fatores geomorfológicos, fertilidade e disponibilidade hídrica como condicionantes para a distribuição das espécies. Esta autora salientou que as classes geomorfológicas possuem forte diversidade florística, que definem áreas com condições ecológicas distintas, havendo assim, uma relação positiva entre espécies e unidades de paisagem. Rodal (1992)

reforçou que a partir do solo pode ser explicada a variedade de fisionomias e dos conjuntos florísticos das caatingas do sertão pernambucano. Na escala micro, Fonseca (1991) desenvolveu uma análise entre clima, solo e vegetação em municípios de Sergipe, concluindo que a vegetação sofre variações de acordo com os fatores edáficos, o que leva ao aumento ou diminuição na abundância das espécies.

Mais que unicamente propriedades climáticas e edáficas, repetidos distúrbios também podem ter sido uma força dominante na composição e estrutura das florestas secas da Caatinga (Gonzalez & Zak 1996), interferindo na presença das espécies entre as diferentes unidades de paisagem (ver Forman 1999). A Caatinga tem uma história de devastação quase tão antiga quanto à colonização brasileira (Coimbra-Filho & Câmara 1996, Sampaio & Mazza 2000). Seu potencial florístico de valor forrageiro (Drumond *et al.* 2000) e seu bom clima para a pecuária fizeram com que a proliferação humana fosse espontânea e desordenada, porém direcionada sempre às áreas mais férteis (Sampaio & Mazza 2000). Com a multiplicação dessa população, o uso das espécies vegetais para os mais diversos fins (*e.g.*, lenha, carvão, roça, etc.) e a pastagem deixaram a vegetação menos densa (Pinto 1986). A Caatinga destruída não foi substituída por outra vegetação, apenas empobrecida, quando comparada àquela que existia antes (Ferri 1980).

O corte e a queima de espécies vegetais lenhosas também foram fatores importantes para a definição do atual padrão de distribuição e abundância das plantas na Caatinga (Garda 1996, Sampaio & Salcedo 1993), uma vez que essa prática foi e ainda é bastante comum na região. Boa parte das espécies responde bem ao corte, com a grande capacidade de rebrota sendo o indicador de uma resposta positiva à perturbação (ver Sampaio & Salcedo

1993). No entanto, estas espécies respondem de formas diferentes ao processo de queima: em *Mimosa* sp. (Leguminosae), por exemplo, ocorre aumento na abundância de indivíduos enquanto em *Caesalpinia pyramidalis* (Leguminosae) ocorre um aumento da capacidade de rebrota (Sampaio & Salcedo 1993). Esta diferença de resposta à queima pode causar mudanças na riqueza e diversidade da vegetação, já que algumas espécies podem ser dizimadas durante o processo.

Embora os resultados deste estudo confirmem a idéia empírica de que unidades de paisagem são preditoras da abundância, riqueza e diversidade de plantas lenhosas que ocorrem na Caatinga, do ponto de vista da biologia da conservação ainda são necessárias algumas considerações adicionais (ver Capítulo 19). A riqueza e diversidade de espécies no tabuleiro arenoso foram elevadas em função da presença de espécies raras, podendo essa característica ser importante apenas floristicamente. É pouco provável que essas espécies desempenhem papéis ecológicos que interfiram na estrutura funcional da unidade (Krebs 1994), pois isso tornaria o sistema bastante vulnerável. O mesmo pode ser defendido a partir da análise do índice de similaridade. Os baixos valores desse índice entre o tabuleiro arenoso e as demais unidades ocorreram em função da presença das espécies raras, de forma que também pode não refletir diferenças ecológicas relevantes. Assim, do ponto de vista da biologia da conservação, seria pouco consistente atribuir às unidades de paisagem uma importância associada à riqueza e/ou diversidade de espécies da Caatinga. Na verdade são necessários estudos ecológicos mais aprofundados.

Felizmente, a Caatinga vem sendo cada vez mais estudada, recebendo uma atenção digna do ambiente que possui a condição de ser único no mundo. Essa perspectiva renovadora vem sendo defendida por vários pesquisadores, esclarecendo que a baixa

riqueza e diversidade de espécies atribuídas à Caatinga podem ser consideradas um artefato de amostragem (Rodal 1992, Sampaio 1995, Rizzini 1997). Na verdade, a Caatinga é relativamente rica em espécies (sendo muitas endêmicas) e, de acordo com os resultados deste estudo, esta condição é favorecida pela heterogeneidade ambiental que a caracteriza.

Referências bibliográficas

- AB'SÁBER, A. N. 1970. *Províncias geológicas e domínios morfoclimáticos no Brasil*. Instituto de Geografia e Geomorfologia, Universidade de São Paulo, Brasil.
- ANDRADE-LIMA, D. 1981. The caatingas dominium. *Revista Brasileira de Botânica* 4: 149-153.
- ATMAR, W. & B. D. PATTERSON. 1993. Measure of order and disorder in the distribution of species in fragmented habitats. *Oecologia* 96: 373-382.
- BIGARELLA, J. J.; R. D. BECKER & E. PASSOS. 1994. *Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais. Fundamentos geológico-geográficos, alteração química e física das rochas. Relevo cárstico e dômico*. Editora da UFSC, Florianópolis.
- BRAZÃO, J. E. M. & M. M. SANTOS. 1997. *Recursos naturais e meio ambiente*. IBGE, Rio de Janeiro.
- BROWN, J. H. & M. V. LOMOLINO. 1998. *Biogeography*. Sunderland Publishers, Massachusetts.
- CAVEDON, A. D. 1986. Classificação, características morfológicas, físicas e químicas dos principais solos que ocorrem no semi árido brasileiro. Pp. 73-91 in: *Simpósio sobre caatinga e sua exploração racional*, Feira de Santana, Bahia, Brasil.

- COIMBRA-FILHO, A. F. & I. G. CÂMARA. 1996. *Os limites originais do bioma Mata Atlântica na região nordeste do Brasil*. FBCN (Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza), Rio de Janeiro.
- COULSON, R. N.; B. A. MCFADDEN; P. E. PULLEY; C. N. LOVELADY; J. W. FITZGERALD & S. B. JACK. 1999. Heterogeneity of forest landscapes and the distribution and abundance of the southern pine beetle. *Forest Ecology and Management* 114: 471-485.
- DEBINISKI, D. M.; C. RAY & E. H. JSVERAID. 2001. Species diversity and the scale of the landscape mosaic: do scales of movement and patch size affect diversity?. *Biological Conservation* 98: 179-190.
- DRUMOND, M. A., L. H. P. KILL, P. C. F. LIMA, M. C. OLIVEIRA, V. R. OLIVEIRA, S. G. ALBUQUERQUE, C. E. S. NASCIMENTO, & J. CAVALCANTE. 2000. Estratégias para uso sustentável da biodiversidade da caatinga. Pp. 23 in: J. M. C. Silva & M. Tabarelli (coord.) *Workshop Avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade do bioma Caatinga*. Petrolina, Pernambuco. www.biodiversitas.org.br/caatinga.
- EGLER, W. A. 1951. Contribuição ao estudo da caatinga pernambucana. *Revista Brasileira de Geografia* 13: 577-590.
- ESRI. 1998. *Arcview GIS 3.2a*. ESRI, U.S.A.
- FERRI, M. G. 1980. *A Vegetação Brasileira*. EDUSP, São Paulo.
- FONSECA, M. R. 1991. *Análise da vegetação arbustivo-arbórea da caatinga hiperxerófila do Nordeste do Estado de Sergipe*. Tese de Doutorado, Universidade de Campinas, Campinas.
- FORMAN, R. T. T. 1999. *Land mosaics: the ecology of landscape and regions*. Cambridge University Press, Cambridge, London.
- GARDA, E. C. 1996. *Atlas do meio ambiente do Brasil*. Terra Viva, Brasília.

R. A. Silva et al.

- GONZALEZ, O. J. & D. R. ZAK. 1996. Tropical Dry Forests of St. Lucia, West Indies: Vegetation and Soil Properties. *Biotropica* 28: 618-626.
- GUERRA, A. T. 1975. *Dicionário geológico-geomorfológico*, 4ª Edição. IBGE, Rio de Janeiro.
- KREBS, C. J. 1994. *Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance*. Addison Wesley Logman.
- KREBS, C. J. 1989. *Ecological Methodology*. Harper Collins Publishers, Massachusetts.
- LEMONS, J. R. 1999. *Fitossociologia do componente lenhoso de um trecho de vegetação arbustivo caducifolia espinhosa no Parque Nacional Serra da Capivara, Piauí, Brasil*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- LINS, R. C. 1989. *As áreas de exceção do agreste de Pernambuco*. Sudene, Recife.
- LYRA, A. L. R. T. 1984. Efeito do relevo na vegetação de duas áreas do município do Brejo da Madre de Deus (PE) 1 – condições climáticas. *in*: Anais do XXXIV Congresso Nacional de Botânica, Porto Alegre, Brasil.
- MANLY, B. F. J. 1997. *Randomization, bootstrap and Monte Carlo methods in biology*. Chapman & Hall, London.
- MMA – Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. 2002. *Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Caatinga*. Universidade Federal de Pernambuco, Conservation International do Brasil e Fundação Biodiversitas, Brasília.
- MYERS, A. A. & P. S. GILLER. 1988. Process, patterns and scale in biogeography. Pp. 3-20 *in*: A. A. MYERS & P. S. GILLER (eds.) *Analytical Biogeography. An integrated approach to the study of animal and plant distributions*. Chapman & Hall, London.
- NIMER, E. 1977. Clima. Pp. 47-48 *in*: IBGE. *Geografia do Brasil; região Nordeste*. Rio de Janeiro.

7. Riqueza e Diversidade de Plantas Lenhosas

- PINTO, G. C. P. 1986. Manejo ecológico da caatinga. Pp 193 - 204 *in*: Simpósio sobre caatinga e sua exploração racional. Feira de Santana, Bahia, Brasil.
- PLGGB. PROGRAMA DE LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL. 1988. *Piranhas-folhas SC.24-x-c- VI Sergipe/Alagoas/Bahia*, Brasília.
- PRIMACK, R. B. 1995. *A primer of conservation biology*. Sinauer Associates, Sunderland.
- PUTMAN, R. J. 1994. *Community ecology*. Chapman & Hall, UK.
- RADAMBRASIL. 1983. *Levantamento de recursos naturais (anexo); folhas SC. 24/25 Aracaju/Recife*. Vol. 30. Rio de Janeiro.
- RICKLEFS, R. E. 1996. *A economia da Natureza*. Guanabara Koogan, Pennsylvania.
- RIZZINI, C. T. 1997. *Tratado de fitogeografia do Brasil*. Âmbito cultural Edição Ltda, Rio de Janeiro.
- RODAL, M. J. N. 1984. *Fitoecologia de uma área do Médio Vale do Moxotó, Pernambuco*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- RODAL, M. J. N. 1992. *Fitossociologia da vegetação arbustiva-arbórea em quatro áreas de caatinga em Pernambuco*. Tese de Doutorado, Universidade de Campinas, Campinas.
- SAMPAIO, E. V. S. B. 1995. Overview of the Brazilian caatinga. Pp. 35-63 *in*: S. H. BULLOCK, H. A. MOONEY & E. MEDINA (eds.) *Seasonal dry tropical forests*. Cambridge University Press, Cambridge.
- SAMPAIO, E. V. S. B. & I. H. SALCEDO. 1993. Effect of different fire severities on coppicing of caatinga vegetation in Serra Talhada, PE, Brazil. *Biotropica* 25: 452-460.
- SAMPAIO, Y. & J. E. MAZZA. 2000. Diversidade sócio econômica e pressão antrópica na caatinga nordestina. Pp. 2-8 *in*: *in*: J. M. C. Silva & M. Tabarelli (coord.) *Workshop Avaliação e identificação de ações*

R. A. Silva et al.

prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade do bioma Caatinga. Petrolina, Pernambuco. www.biodiversitas.org.br/caatinga.

SANTOS, A. M. M. & M. TABARELLI. 2002. Distance from roads and cities as a predictor of habitat loss and fragmentation in caatinga dry forest of Brazil *Brazilian Journal of Biology* 62: 897-905.

SILVA, J. M. C. & A. DINNOUTI. 1999. Análise de Representatividade das unidades de conservação federais de uso indireto na Floresta Atlântica e Campos Sulinos. Pp. 1-16 *in*: L. P. Pinto (coord.) Padrões de Biodiversidade da Mata Atlântica do Sul e Sudeste. São Paulo, Campinas. <http://www.conservation.org.br/ma/index.html>

SOKAL, R. R. & F. J. ROHLF. 1996. *Biometry*. W. H. Feeman and Company, New York.

TABARELLI, M., J. M. C. SILVA, A. VICENTE & A. M. SANTOS. 2000. Análise de representatividade das unidades de conservação de uso direto e indireto na Caatinga: análise preliminar. Pp. 13 *in*: SILVA, J. M. C. & M. TABARELLI (coords.) *Workshop* Avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade bioma Caatinga. Petrolina, Pernambuco, Brasil. www.biodiversitas.org.br/caatinga.

VALENLTIN, J. L. 2000. *Ecologia numérica: uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos*. Interciência, Rio de Janeiro.

VELOSO, H. P.; A. L. R. RANGEL-FILHO. & J. C. A. LIMA. 1992. *Classificação da Vegetação Brasileira, adaptada a um sistema universal*. IBGE, Rio de Janeiro.

WILKINSON, L. 1996. *SYSTAT*, version 6.0. SPSS, Chicago, Illinois.

ZAR, J. H. 1996. *Biostatistical analysis*. Prentice-Hall, London.

7. Riqueza e Diversidade de Plantas Lenhosas

Apêndice. Espécies vegetais e suas respectivas frequência (F) e abundância (A) nas 90 parcelas (P) amostradas nas diferentes unidades (U) de paisagem reconhecidas para a Caatinga da região de Xingó, estados de Alagoas, Bahia e Sergipe, Brasil.

Espécie	F		A
	P	U	
<i>Acacia bahiensis</i> Benth.	10	5	45
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	1	1	1
<i>Acacia piauhiensis</i> Benth.	1	1	2
<i>Acacia</i> sp.	1	1	2
<i>Acalypha multicaulis</i> Müll. Arg.	3	2	3
<i>Alibertia</i> sp.	16	5	42
<i>Allamanda blanchetti</i> A. DC.	2	1	2
<i>Allophylus quercifolius</i> (Mart.) Radlk.	8	5	48
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	55	5	526
<i>Annona coriacea</i> Mart.	4	1	6
<i>Aspidosperma pyriforme</i> Mart.	78	5	1219
<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.)	1	1	3
<i>Bauhinia catingae</i> Harms	16	5	244
<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.	15	5	395
<i>Bauhinia pentandra</i> (Bong.) Vog. ex. Steud.	22	5	330
<i>Byrsonima dispar</i> Griseb.	1	1	1
<i>Byrsonima gardneriana</i> A. Juss.	3	2	4
<i>Byrsonima vacciniifolia</i> A. Juss.	2	2	13
<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart. ex. Tul.	17	5	34
<i>Caesalpinia microphylla</i> Mart.	3	2	24
<i>Caesalpinia pyramidalis</i> Tul.	81	5	6013
<i>Capparis flexuosa</i> L.	17	5	34
<i>Capparis jacobinae</i> Moric.	4	3	9
<i>Capsicum flexuosum</i> Sendt.	1	1	1
<i>Ceiba glaziovii</i> (Kuntze) K. Schum.	3	3	11
<i>Chamaecrista desvauxii</i> Killep	1	1	2
<i>Chamaecrista</i> sp.	1	1	1
<i>Chloroleucon foliolosum</i> (Benth.) G. P. Lewis	13	4	47
<i>Cnidoscolus obtusifolius</i> Pohl ex. Baill.	9	3	84
<i>Cnidoscolus quercifolius</i> Pohl.	17	5	73
<i>Combretum duarteianum</i> Cambess.	5	1	19
<i>Combretum lanceolatum</i> Pohl ex Eichl.	2	2	16

Espécie	F		A
	P	U	
<i>Commiphora leptophloeos</i> J. B. Gillett	53	2	206
<i>Cordia globosa</i> (Jacq.) Kunth.	18	4	69
<i>Cordia insignis</i> Cham.	5	4	11
<i>Cordia latiloba</i> I. M. Johnst.	4	2	4
<i>Cordia leucocephala</i> Moric.	2	2	4
<i>Cordia multispicata</i> Cham.	2	2	5
<i>Croton argiophylloides</i> Müll. Arg.	1	1	1
<i>Croton micans</i> Sw.	2	2	3
<i>Croton sonderianus</i> Müll. Arg.	4	2	133
<i>Erythrina velutina</i> Willd.	3	1	8
<i>Erythroxylum</i> sp.	3	3	3
<i>Erythroxylum revolutum</i> Mart.	6	2	14
<i>Eugenia</i> sp.	1	1	1
<i>Guapira</i> cf. <i>laxa</i> (Netto) Lundell	16	5	39
<i>Guapira</i> sp.	9	4	18
<i>Guettarda angelica</i> Mart. ex Müll. Arg.	4	1	17
<i>Guettarda</i> sp.	1	1	2
<i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill.	75	5	839
<i>Jatropha mutabilis</i> (Pohl) Baill.	1	1	1
<i>Lantana camara</i> L.	1	1	2
<i>Lantana</i> sp. 1	1	1	1
<i>Lantana</i> sp. 2	1	1	3
<i>Lippia gracilis</i> Phil.	1	2	6
<i>Lippia microphylla</i> Cham.	5	3	35
<i>Manihot epruinosa</i> Pax & K. Hoffm.	1	1	5
<i>Manihot</i> cf. <i>dichotoma</i> Ule	3	3	24
<i>Manihot</i> cf. <i>pseudoglaziovii</i> Pax & K. Hoffm.	3	2	8
<i>Manihot</i> cf. <i>esculenta</i> Crantz	6	3	17
<i>Manihot</i> sp.	12	5	89
<i>Maytenus rigida</i> Mart.	55	5	330
<i>Mimosa tenuiflora</i> Benth.	58	5	806
<i>Mimosa</i> sp.	1	1	11
<i>Myracrodruon urundeuva</i> . Allemão	56	5	327
<i>Myrtaceae</i> 1	1	1	1
<i>Myrtaceae</i> 2	1	1	1
<i>Myrtaceae</i> 3	1	1	1

7. Riqueza e Diversidade de Plantas Lenhosas

Espécie	F		A
	P	U	
<i>Parapiptadenia zehntneri</i> (Harms) M. P. de Lima & H. C. de Lima	27	5	87
<i>Peltogyne pauciflora</i> Benth.	2	2	5
<i>Piptadenia moniliformis</i> Benth.	2	2	33
<i>Piptadenia stipulacea</i> (Benth.) Ducke	53	5	366
<i>Pisonia</i> sp.	1	2	4
<i>Pithecellobium diversifolium</i> Benth.	26	5	71
<i>Prockia crucis</i> L.	1	1	1
<i>Pseudobombax marginatum</i> (A. St. Hil., Juss. & Cambess.) A. Robyns	17	5	25
<i>Psidium</i> sp.	1	1	4
<i>Ptilochaeta bahiensis</i> Turcz.	15	5	66
<i>Rhamnidium molle</i> Reiss.	7	5	20
Rubiaceae 1	1	1	1
<i>Ruellia asperula</i> (Mart. & Nees) Lindaw.	1	1	1
<i>Sapium glandulatum</i> Vell.	18	4	51
<i>Schinopsis glabra</i> (Engl.) Burkl. ex Mey.	68	5	192
<i>Sebastiania</i> cf. <i>brasiliensis</i> Spreng.	3	1	38
<i>Senna spectabilis</i> H. S. Irwin & Barneby	1	1	1
<i>Solanum</i> sp.	2	2	2
Solanaceae 1	1	1	2
Solanaceae 2	1	1	1
<i>Spondias tuberosa</i> Arruda	18	5	22
<i>Tabebuia aurea</i> (Manso) Benth. & Hook.	15	4	231
<i>Tabebuia heptaphylla</i> (Vell.) Toledo	4	3	8
<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart. ex. DC.) Standl.	5	2	21
<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. et. Schult.) K. Schum.	8	5	29
<i>Tocoyena</i> cf. <i>brasiliensis</i> Mart.	3	2	3
<i>Triplaris gardneriana</i> Wedd.	2	2	11
<i>Vitex gardneriana</i> Schauer.	4	3	20
<i>Ximenia americana</i> L.	6	2	12
<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.	39	5	207
Indeterminada	2	1	2

R. A. Silva et al.

PADRÕES LOCAIS DE DIVERSIDADE DE COLEOPTERA (INSECTA) EM VEGETAÇÃO DE CAATINGA

*Luciana Iannuzzi, Artur Campos Dália Maia,
Carlos Eduardo Beserra Nobre, Débora Kiyomi Suzuki &
Fausto José de Araújo Muniz*

Introdução

Os insetos da ordem Coleoptera, conhecidos popularmente como besouros, representam um dos grupos animais mais diversos, apresentando aproximadamente 300.000 espécies descritas (Richards & Davies 1994, Lawrence *et al.* 1999). Ao longo de sua evolução, têm ocupado a maior parte dos ambientes da Terra, à exceção dos mares abertos, apresentando os mais variados hábitos alimentares (Lawrence *et al.* 1999). Marinoni *et al.* (2001), que tomam como base grande parte dos dados disponíveis em relação à alimentação dos coleópteros e os reúnem em uma compilação, citam como grupos tróficos os herbívoros, os algívoros, os carnívoros, os fungívoros e os detritívoros, se referindo às famílias e, quando possível, subfamílias. Cada grupo trófico é mantido ou não em um ambiente dependendo dos diferentes estágios de conservação apresentados.

Tamanha riqueza se traduz em nada menos que 40% das espécies de insetos e 30% de todas as espécies animais (Lawrence & Britton 1991). Acredita-se que este sucesso se deva aos caracteres morfológicos particulares ao grupo como a presença dos

élitros para a proteção das asas e do corpo. Mas a hipótese mais consistente está relacionada à abertura dos espiráculos abdominais em um espaço entre o élitro e o abdômen, e não diretamente ao exterior, permitindo assim a redução da perda de água corpórea e o maior desenvolvimento dos órgãos internos (Lawrence & Britton 1991). Essa modificação morfofisiológica também pode ter sido essencial para o sucesso do estabelecimento do grupo em regiões áridas e semi-áridas.

Grupos diversos de insetos são melhores usados como bioindicadores do que apenas espécies individuais de vertebrados (Landres *et al.* 1988). Algumas famílias de Coleoptera possuem atributos desejáveis para os incluir como bioindicadores (Brown 1991). Carabidae, Cicindelidae, Elateridae, Cerambycidae, Chrysomelidae e Curculionidae são grupos que possuem boa parte das espécies com alta fidelidade ecológica, são altamente diversificados taxonômica e ecologicamente, facilmente coletáveis em grandes amostras e funcionalmente importantes nos ecossistemas. Ainda, formam grupos relativamente bem conhecidos taxonomicamente e identificáveis, além de se associarem intimamente com outras espécies e recursos, indicando-os (Brown 1991).

Apesar da reconhecida importância do grupo, são escassos os estudos abrangendo aspectos ecológicos. No Brasil os trabalhos existentes referem-se frequentemente a áreas de florestas úmidas (*e.g.*, Marinoni & Dutra 1997), e alguns são relacionados com áreas de campo e cerrado (*e.g.*, Pinheiro *et al.* 1998). São até então inexistentes os levantamentos de Coleoptera em regiões de clima semi-árido brasileiro, como a Caatinga.

Pinheiro *et al.* (1998), através de coletas por varredura, caracterizaram as comunidades de Coleoptera no Cerrado e observaram uma riqueza expressiva do grupo, apesar da maioria

das espécies ter sido representada por um único espécime, havendo uma alta percentagem de espécies restritas a uma única área e resultando em uma similaridade faunística entre as áreas muito baixa. Armadilhas interceptadoras de vôo foram utilizadas por Gnaspini *et al.* (2000) para comparar a coleopterofauna da Mata Atlântica (tropical) e região temperada. Citam que a riqueza e diversidade são maiores em regiões tropicais, ainda que a abundância seja maior em regiões temperadas.

Marinoni & Dutra (1997) utilizaram armadilhas “Malaise” para capturar coleópteros a fim de avaliar as condições das áreas de floresta ainda conservadas no Paraná. Hosking (1979) aponta este tipo de armadilha como passiva e não tendenciosa, além de dispensar manutenção freqüente. Apresenta ainda elevada eficiência de coleta, especialmente de coleópteros voadores. Segundo Hutcheson & Jones (1999) a natureza das coletas pontuais com armadilha “Malaise” engloba as características individuais das interações entre comunidades em localidades específicas. Coletas mais duradouras são suficientemente abrangentes para caracterização de sistemas biológicos complexos.

Diante da ausência de informações sobre a coleopterofauna da região em estudo, o presente trabalho objetiva reconhecer a diversidade do grupo e verificar a relevância das unidades de paisagem de caatinga como preditoras na distribuição das famílias de Coleoptera.

Material e métodos

Área de estudo

Foram amostradas áreas de caatinga próximas à Usina Hidrelétrica de Xingó, localizada na bacia do rio São Francisco,

entre os estados de Alagoas e Sergipe (9°30' – 10°00' S e 37°30' – 38°00' W). O clima dominante da região é semi-árido quente, caracterizado por temperaturas elevadas e precipitação escassa e irregular, com períodos extensos de seca. As médias de temperatura estão entre os 25 e 27°C, e os índices pluviométricos anuais não ultrapassam 700 mm, podendo chegar a menos de 500 mm em alguns locais (PLGBB 1988). A pressão antrópica é um fator modificador constante na região, que tem a agropecuária e o extrativismo como importantes atividades econômicas (Santos & Tabarelli 2002).

As coletas foram realizadas em fazendas particulares e reservas da Companhia Hidrelétrica do São Francisco (CHESF), nos municípios de Olho D'água do Casado e Piranhas (Alagoas) e Canindé do São Francisco (Sergipe).

As áreas amostradas foram divididas em nove unidades de paisagem de caatinga (numeradas abaixo de um a nove), estabelecidas de acordo com características da topografia e solo. Estas nove unidades consistem em subdivisões das cinco unidades utilizadas nos Capítulos 7 e 10 deste volume e, segundo Guerra (1975), apresentam as seguintes características topográficas, que refletem na cobertura vegetal de cada uma:

- *Canyon* – vales profundos e encaixados, com encostas abruptas, resultantes de ação predominante erosiva sobre rochas sedimentares.

¹ *Canyon* com solo: solos relativamente profundos e bem formados.

² *Canyon* sem solo: solos rasos, rocha matriz exposta.

³ Ravina – formação erosiva que ocorre nas laterais dos *canyons*, resultante do escoamento de água em direção aos vales e terrenos baixios.

- Serras – terrenos acidentados, com fortes desníveis.

⁴ Serra escarpa: rampa ou aclave das bordas.

⁵ Serra contraforte: porção perpendicular ou oblíqua da cadeia montanhosa.

- Tabuleiros arenosos: estruturas topográficas planas, semelhantes aos planaltos, interrompidas abruptamente; com solo predominantemente arenoso.

⁶ Tabuleiro arenoso plano: porção com domínio de mata não ciliar.

⁷ Tabuleiro arenoso ciliar: porção com domínio de mata ciliar.

- Tabuleiros argilosos: estruturas topográficas planas, semelhantes aos planaltos, interrompidas abruptamente; com solo predominantemente argiloso.

⁸ Tabuleiro argiloso ciliar: porção com domínio de mata ciliar.

⁹ Tabuleiro argiloso plano: porção com domínio de mata não ciliar.

Coleta e identificação

Foram utilizadas para captura de insetos, armadilhas do tipo “Malaise” (Townes 1972), com as modificações, do frasco coletor, propostas por Yamamoto (1984), posteriormente adaptadas para as condições climáticas do ecossistema estudado. Essa armadilha é constituída por uma tenda de náilon suspensa por estacas de

alumínio, com uma barreira central, também do mesmo tecido. Sua instalação se dá com o eixo maior orientado paralelamente ao sentido norte-sul, com o frasco coletor voltado para o norte. Este tipo de armadilha tem grande sucesso na coleta de coleópteros voadores (Hosking 1979, Matthews & Matthews 1983). Atua em modo de captura contínuo, passivo e dispensa o uso de atrativos (Hosking 1979).

Os frascos coletores foram confeccionados a partir de garrafas plásticas de refrigerante de dois litros, tipo “pet”, incolores. A utilização destes se deu ante a sua resistência ao ressecamento sob as condições de baixa umidade e temperaturas elevadas. Os frascos foram preenchidos com solução de álcool diluído a 70%, com adição de algumas gotas de detergente líquido para quebrar a tensão superficial. Durante os períodos mais secos do ano foi necessária substituição da solução de álcool por formol a 10%, para minimizar a evaporação.

Foi instalada uma armadilha em cada unidade de paisagem da região, distantes das trilhas e clareiras evitando assim a interferência humana. Semanalmente todo o material capturado pelas armadilhas foi recolhido e transferido para recipientes contendo álcool 70%, devidamente identificados com dados referentes ao tipo de armadilha, local e data. As armadilhas foram instaladas inicialmente na última semana de fevereiro de 2000 e a cada oito semanas foram transferidas para novo local, com unidade de paisagem igual ao do local de onde estas foram retiradas. As coletas foram concluídas em março de 2001.

Periodicamente, o material coletado era enviado ao Laboratório de Invertebrados Terrestres, Departamento de Zoologia, Universidade Federal de Pernambuco para triagem. Os coleópteros foram quantificados, montados, etiquetados e submetidos à identificação até o nível taxonômico de família, com

o auxílio de chaves de identificação (Lima 1952, 1956, Arnett 1963, Lawrence & Britton 1991, Lawrence *et al.* 1999). Além disso, foi feita comparação com espécimes depositados na Coleção Entomológica Pe. Jesus Santiago Moure, Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Paraná (DZUP).

A classificação das famílias de Coleoptera seguiu o proposto por Lawrence & Newton (1995), com as modificações de Lawrence *et al.* (1999). Os Tenebrionoidea foram baseados em Arnett (1963).

O material foi depositado na Coleção Entomológica Científica do Departamento de Zoologia da UFPE.

Caracterização da diversidade

As análises foram realizadas tomando-se a abundância dos coleópteros em nível de família (Hutcheson 1990, Marinoni & Dutra 1997). Embora não seja convencional a utilização em nível de família, Pielou (1975) e Magurran (1988) o consideram válido. Os índices utilizados nessas análises foram selecionados por serem os mais comumente empregados em estudos ecológicos semelhantes ao realizado, além de serem facilmente aplicáveis. Para isso, foram utilizados os softwares de Krebs (1989) para o cálculo dos índices de Shannon-Wiener, Simpson e Morisita e o software Bioestat 2.0[®] para o teste G.

Para comparar a diversidade das famílias de Coleoptera nas unidades de paisagem foram usados os índices de Shannon-Wiener (H') e Simpson ($1 - D$), para cada unidade. O primeiro índice é mais sensível a mudanças nas espécies raras da amostra e o segundo é mais sensível a espécies mais abundantes (Peet 1974). Sendo assim, devido à predominância de táxons raros no presente estudo, a discussão se deu a partir dos resultados obtidos pelo índice de Shannon-Wiener.

A similaridade de famílias de Coleoptera entre as unidades de paisagem foi testada através do emprego do índice de Morisita.

As famílias de Coleoptera foram distribuídas em duas classes distintas, levando-se em conta a sua frequência. Famílias que ocorreram em todas as unidades de paisagem e que representavam pelo menos 4% do total de coleópteros coletados foram consideradas abundantes; as pouco abundantes foram aquelas que representavam número de indivíduos inferior ao acima citado. As famílias abundantes também deveriam representar, juntas, pelo menos 80% do total de indivíduos coletados.

A distribuição das famílias nas unidades de paisagem de caatinga foi analisada através do teste G, utilizando-se para isso a frequência de ocorrência delas.

Resultados

Famílias de Coleoptera por unidade de paisagem

Foi capturado um total de 8.301 espécimes de Coleoptera, pertencentes a 42 famílias. Destas, 19 (45,2%) ocorreram em todas as unidades de paisagem estudadas e quatro foram restritas a apenas uma unidade (Anthribidae – *canyon* encosta com solo; Chelonariidae – serra contraforte; Lycidae – tabuleiro arenoso plano; Dytiscidae – ravina; Tabela 1).

Dentre as unidades de paisagem, serra contraforte e tabuleiro arenoso plano apresentaram o maior número de famílias de Coleoptera, 32. O menor número foi observado em ravina e *canyon* encosta sem solo, ambas representadas por 27 famílias (Tabela 1).

Abundância

Foram abundantes entre as unidades de paisagem as famílias Elateridae (1.657 indivíduos – 19,96% do total de Coleoptera), Chrysomelidae (1.615 – 19,45%), Mordellidae (1.316 – 15,85%), Tenebrionidae (629 – 7,57%), Curculionidae (582 – 7,01%), Monommatidae (419 – 5,04%) e Nitidulidae (390 – 4,7%) (Figura 1). *Canyon* encosta sem solo se destacou pela maior abundância (1.241 indivíduos – 14,95%), seguida por tabuleiro argiloso plano (1.106 – 13,32%), serra contraforte (979 – 11,79%), tabuleiro arenoso ciliar (972 – 11,70%), tabuleiro arenoso plano (916 – 11,03%), *canyon* encosta com solo (835 – 10%), ravina (780 – 9,39%), serra escarpa (775 – 9,33%). Tabuleiro argiloso ciliar apresentou a menor abundância (697 – 8,39%) (Figura 1).

Distribuição das famílias de Coleoptera nas unidades de paisagem

Através dos resultados obtidos pelo teste G de frequência, percebeu-se que houve diferença significativa na abundância das famílias entre cada par de unidades de paisagem analisado. Todos os valores foram de $p < 0,001$. Portanto, as famílias abundantes apresentaram associação às unidades de paisagem. Dentre as mais abundantes, o número de indivíduos por unidade foi, na maioria das vezes, constante (Figura 2).

Diversidade das famílias de Coleoptera nas unidades de paisagem

Os valores dos índices de diversidade (Shannon-Wiener e Simpson) foram altos para as unidades de paisagem. O maior valor para o índice de Shannon-Wiener foi o obtido em tabuleiro arenoso plano ($H' = 3,773$ bits por indivíduo) e o menor foi em ravina ($H' = 3,007$ bits por indivíduo). Para o índice de Simpson o valor mais alto também se deu em tabuleiro arenoso plano ($1 - D = 0,895$),

mas o menor ocorreu em tabuleiro argiloso plano (1 - D = 0,766) (Tabela 2).

Similaridade entre as unidades de paisagem

A maior similaridade ocorreu entre serra escarpa e serra contraforte (C = 0,96), enquanto a menor se verificou entre tabuleiro argiloso plano e ravina (C = 0,36) (Tabela 3).

Discussão

Até a realização deste trabalho, a coleopterofauna da Caatinga foi representada quase que exclusivamente por indivíduos coletados de modo ocasional e em pequena escala. Dessa maneira, a representatividade de besouros na Caatinga era insuficiente para a realização de pesquisas pgressas.

A captura de 8.301 espécimes, com apenas um tipo de armadilha, foi relativamente grande para uma região descrita como pobre de modo geral, como nos trabalhos de Fonseca *et al.* (2000) com mamíferos, Vanzolini *et al.* (1980) com répteis e Rizzini (1997) com vegetais. O número reduzido de besouros obtido, quando comparado a regiões de floresta úmida, pode ser justificado pela influência da estrutura da vegetação local sobre a diversidade de Coleoptera. Assim, a diferença da arquitetura da vegetação de caatinga (*i.e.*, tamanho médio das árvores, tamanho e forma das folhas, forma de crescimento e desenvolvimento sazonal) em relação à de florestas, não propiciaria o estabelecimento de grande diversidade de fitófagos associados (Lawton 1983).

O número de famílias de Coleoptera encontradas (24,3% do total de famílias, segundo Lawrence *et al.* 1999) provavelmente se deu devido à utilização de apenas um tipo de armadilha, “Malaise”, o que restringiu a captura daquelas que não apresentavam o vôo

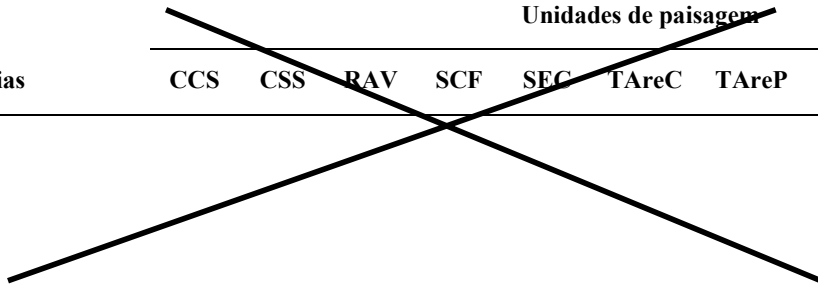
Tabela 1. Abundância das famílias de Coleoptera em nove unidades de paisagem reconhecidas para a caatinga da região de Xingó, estados de Alagoas e Sergipe, Brasil. As coletas foram feitas entre os meses de março de 2000 e março de 2001. Legenda das unidades de paisagem: CCS – *Canyon* encosta com solo; CSS – *Canyon* encosta sem solo; RAV – Ravina; SCF – Serra contraforte; SEC – Serra escarpa; TAreC - Tabuleiro arenoso ciliar; TAreP – Tabuleiro arenoso plano; TArgC – Tabuleiro argiloso ciliar; TArgP – Tabuleiro argiloso plano.

Famílias	Unidades de paisagem									Total
	CCS	CSS	RAV	SCF	SEC	TAreC	TAreP	TArgC	TArgP	
Aderidae	5	4	2	1	1	8	1	2	0	24
Alleculidae	25	8	13	50	20	9	46	1	9	181
Anobiidae	10	10	8	12	9	6	11	16	6	88
Anthribidae	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Bostrichidae	15	7	20	13	7	3	14	13	19	111
Buprestidae	29	1	4	24	19	8	4	8	11	108
Cantharidae	4	2	1	0	2	0	0	0	1	10
Carabidae	18	25	4	23	17	10	8	6	6	117
Cerambycidae	21	24	9	35	37	22	28	11	21	208
Chelonariidae	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Chrysomelidae	120	337	41	126	148	122	70	153	498	1615

Unidades de paisagem										
Famílias	CCS	CSS	RAV	SCF	SEC	TAreC	TAreP	TArgC	TArgP	Total
Cleridae	11	7	2	24	15	7	15	4	8	93
Coccinellidae	20	20	14	10	11	11	4	10	6	106
Corylophidae	0	0	1	0	0	4	4	0	7	16
Cucujidae	1	1	0	4	1	2	2	2	0	13
Curculionidae	66	64	63	60	51	43	85	39	111	582
Dermeestidae	2	4	3	6	0	17	11	17	20	80
Dytiscidae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Elateridae	78	156	302	211	190	287	172	195	66	1657
Erotylidae	4	0	0	4	2	0	2	0	0	12
Histeridae	0	0	0	1	0	1	1	0	0	3
Latridiidae	14	22	3	11	7	23	13	14	12	119
Lycidae	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Lymexylidae	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2
Meloidae	0	0	0	0	4	0	1	1	0	6
Melyridae	4	10	4	11	6	5	4	6	5	55
Monommidae	75	18	7	117	38	27	37	27	73	419
Mordellidae	140	353	139	145	105	91	167	64	112	1316
Mycetophagidae	0	0	0	1	5	0	1	0	1	8

Famílias	Unidades de paisagem									Total
	CCS	CSS	RAV	SCF	SEC	TAreC	TAreP	TArgC	TArgP	
Nitidulidae	53	17	46	14	16	107	34	75	28	390
Oedemeridae	1	2	0	0	1	2	0	0	0	6
Phalacridae	0	1	0	1	0	1	0	0	1	4
Phengodidae	35	8	3	8	18	1	5	4	14	96
Ptiniidae	1	0	0	1	0	0	0	1	0	3
Rhipiphoridae	0	0	0	0	2	0	0	0	2	4
Scarabaeidae	9	0	6	8	3	4	39	10	9	88
Scirtidae	0	1	0	0	0	5	0	0	0	6
Scolytidae	4	7	1	8	4	3	7	4	1	39
Staphylinidae	7	1	3	3	2	0	4	3	2	25
Tenebrionidae	60	131	79	43	32	135	104	9	36	629
Throscidae	0	0	0	1	0	8	18	1	15	43
Trogossitidae	0	0	1	2	1	0	3	1	5	13
Total de indivíduos	835	1241	780	979	775	972	916	697	1106	8301
Total de famílias	29	27	27	32	31	29	32	28	30	42

Unidades de paisagem										
Famílias	CCS	CSS	RAV	SCF	SEC	TAreC	TAreP	TArgC	TArgP	Total



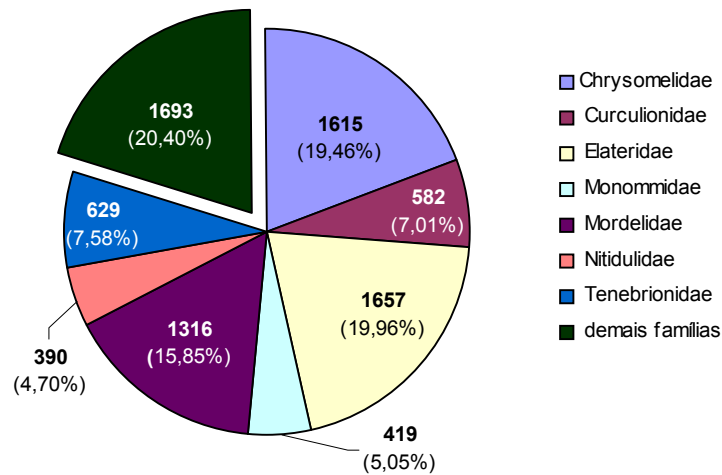


Figura 1. Número de indivíduos e porcentagens correspondentes das famílias de Coleoptera coletadas em diferentes unidades de paisagem reconhecidas para a caatinga da região de Xingó, estados de Alagoas e Sergipe, Brasil. As coletas foram feitas entre os meses de março de 2000 e março de 2001.

como principal modo de locomoção. Além disso, a efetividade desta armadilha é reduzida durante a noite, de maneira que o montante de insetos de hábito noturno é comprometido. Miyazaki & Dutra (1995) em levantamento entomológico utilizando armadilha luminosa no Paraná relataram captura de um número expressivamente maior de famílias de Coleoptera quando comparado a similares utilizando armadilha “Malaise”.

As famílias coletadas em apenas uma unidade de paisagem, foram todas representadas por um número muito baixo de indivíduos, o que não permite inferir a respeito de uma possível distribuição regulada pelas respectivas unidades de paisagem. Este fato provavelmente aconteceu de forma randômica.

As famílias mais abundantes do presente estudo coincidem, em grande parte, com trabalhos realizados anteriormente.

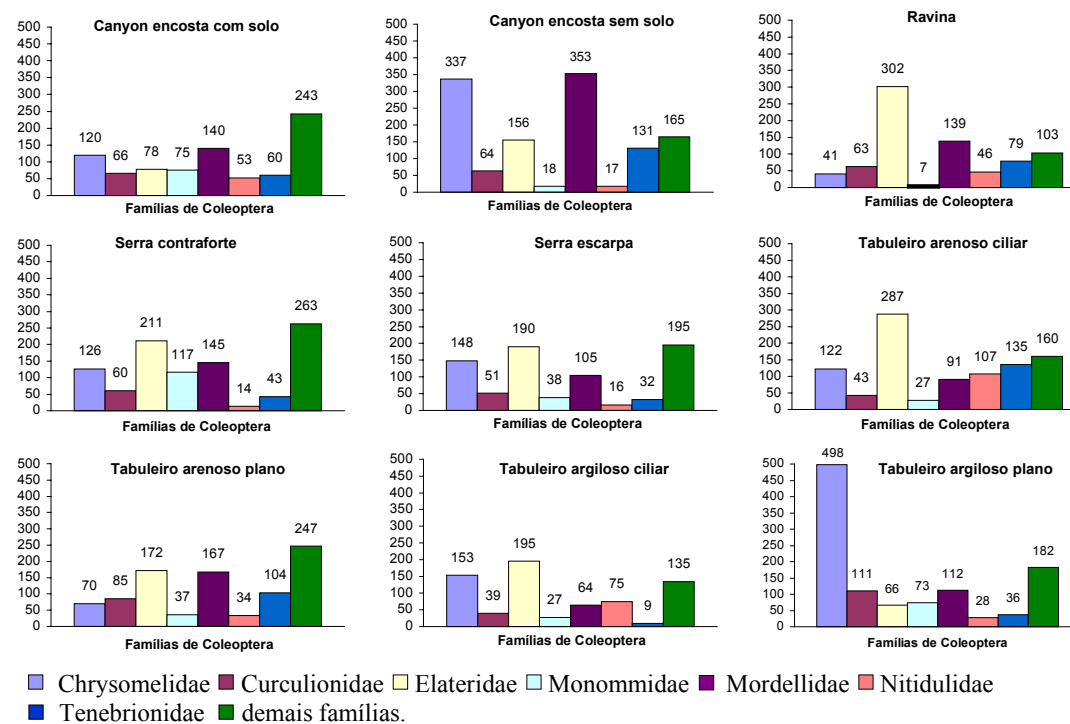


Figura 2. Número de indivíduos das famílias abundantes de Coleoptera coletadas em diferentes unidades de paisagem reconhecidas para a caatinga da região de Xingó, estados de Alagoas e Sergipe, Brasil. As coletas foram feitas entre os meses de março de 2000 e março de 2001.

L. Iannuzzi et al.

Tabela 2. Valores de diversidade dos índices de Shannon-Wiener (H') e Simpson (1-D) das famílias de Coleoptera coletadas em nove unidades de paisagem reconhecidas para a caatinga da região de Xingó, estados de Alagoas e Sergipe, Brasil. Maiores e menores valores em destaque. As coletas foram feitas entre os meses de março de 2000 e março de 2001. Ver legenda das unidades de paisagem na tabela 1.

	CCS	CSS	RAV	SCF	SEC	TAreC	TAreP	TArgC	TArgP
H'	3,437	3,019	3,007	3,714	3,601	3,391	3,773	3,369	3,079
(1-D)	0,829	0,814	0,795	0,889	0,872	0,863	0,895	0,847	0,766

Tabela 3. Valores de similaridade (índice de Morisita) entre as nove unidades de paisagem reconhecidas para a caatinga da região de Xingó, estados de Alagoas e Sergipe, Brasil. As coletas foram feitas entre os meses de março de 2000 e março de 2001. Ver legenda das unidades de paisagem na tabela 1.

	CCS	CSS	RAV	SCF	SEC	TAreC	TAreP	TArgC	TArgP
CCS	--	0,84	0,65	0,90	0,86	0,74	0,89	0,77	0,67
CSS		--	0,67	0,78	0,84	0,71	0,80	0,76	0,81
RAV			--	0,82	0,85	0,93	0,86	0,84	0,36
SCF				--	0,96	0,85	0,92	0,87	0,60
SEC					--	0,90	0,88	0,95	0,71
TAreC						--	0,87	0,92	0,52
TAreP							--	0,78	0,49
TArgC								--	0,71
TArgP									--

Matthews & Matthews (1970) as maiores abundâncias foram para as famílias Chrysomelidae, Curculionidae e Cantharidae em florestas temperadas. Na Floresta Atlântica, Dutra & Miyazaki (1994) encontraram Chrysomelidae, Curculionidae e Phengodidae como as mais abundantes e Marinoni & Dutra (1997) obtiveram um maior número de indivíduos para Curculionidae, Mordellidae, Chrysomelidae, Staphylinidae e Elateridae, nesta ordem. É notável, portanto, a constância de Chrysomelidae e Curculionidae dentre as mais abundantes quando armadilhas do tipo “Malaise” são utilizadas em levantamentos entomofaunísticos. A repetição de tal fato na Caatinga corrobora a destacada abundância dessas duas famílias sobre os demais coleópteros. Ambas representam as mais bem sucedidas famílias da ordem, apresentando grande variabilidade de formas e ampla distribuição geográfica (Lawrence & Britton 1991).

No Cerrado, que, segundo Carlos (2000) e Souza (2000), é o ecossistema mais semelhante à Caatinga no que se refere aos padrões de uso do hábitat pelas espécies, Chrysomelidae e Curculionidae também ocorreram em maior número, embora com utilização de rede de varredura (Pinheiro *et al.* 1998).

A frequência de ocorrência das famílias abundantes se deu de forma diferenciada entre as unidades, havendo diferença significativa entre estas. Tratando-se de um táxon muito abrangente (Família), que compreende, por vezes, diferentes hábitos alimentares, a distribuição se torna bastante ampla e irrestrita. As relações qualitativa e quantitativa se devem particularmente às espécies vegetais locais, mas são melhores evidenciadas em Coleoptera quando tais estudos utilizam grupos taxonômicos mais basais como subfamílias e até espécies (Pinheiro *et al.* 1998, Hutcheson 1990, Chung *et al.* 2000, Gnaspini *et al.* 2000).

A maior diversidade de Coleoptera em tabuleiro arenoso plano obedeceu ao observado para plantas lenhosas (ver Capítulo 7 deste volume) e para formigas (Capítulo 10), ambos realizados na região de Xingó. Nestes locais onde a vegetação encontra-se mais abundante e rica, as famílias de Coleoptera com maior número de indivíduos apresentam hábito alimentar predominantemente fitófago (Elateridae, quando adultos, Chrysomelidae, Curculionidae e Mordellidae) e detritívoro (Monommiidae, Nitidulidae e Tenebrionidae). Representantes deste último grupo trófico (segundo a classificação de Marinoni *et al.* 2001) exigem ambientes com vegetação relativamente densa e conseqüentemente solos com camadas espessas de folhiço, características dos tabuleiros. No outro extremo, o menor valor de diversidade para o grupo ocorreu em ravina, uma das unidades com menor diversidade também para plantas lenhosas e formigas. A fisionomia desta unidade de paisagem não propicia a formação de um solo apropriado à retenção de folhiço e galhos caídos necessários para o estabelecimento de uma vegetação densa que seria capaz de abrigar grandes populações de besouros.

Os resultados de similaridade indicam que as unidades são bastante similares em termos de composição de famílias de coleópteros. O fato das serras terem apresentado os maiores valores de similaridade procede por estas possuírem fisionomias mais semelhantes entre si do que entre as demais unidades.

O grande número de besouros capturados e altos índices de diversidade revelaram que em termos de famílias de Coleoptera, a Caatinga encontra-se bem representada entre os ecossistemas brasileiros. Como os dados observados para plantas lenhosas (ver Capítulo 7) e formigas (Capítulo 10) as unidades de paisagem da Caatinga podem ser consideradas como preditoras da diversidade de Coleoptera. A diferença qualitativa e quantitativa

das famílias entre as unidades de paisagem reforça os resultados encontrados acima para a Caatinga. Embora a utilização do nível taxonômico de família de Coleoptera tenha gerado resultados expressivos, a posterior identificação das espécies proporcionará maiores conclusões.

Referências Bibliográficas

- ARNETT, R. H. 1963. *The beetles of United States (a manual for identification)*. The Catholic University of America Press, Washington.
- BROWN JR., K. S. 1991. Conservation of Neotropical Environments: Insects as indicators. Pp 350-380 in: N. M. Collins & J. A. Thomas (eds.) *The Conservation of insects and their habitats*. Academic Press, London.
- CARLOS, C. J. 2000. *Padrões de distribuição das espécies das famílias Furnariidae, Dendrocolaptidae e Formicariidae (Aves, Passeriformes) na região da caatinga*. Monografia de Graduação, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- CHUNG, A. Y. C., P. EGGLETON, M. R. SPEIGHT, P. M. HAMMOND & V. K. CHEY. 2000. The diversity habitat types in Sabah, Malaysia. *Bulletin of Entomological Research* 90: 475-496.
- DUTRA, R. C. & R. D. MIYAZAKI. 1994. Famílias de Coleoptera capturadas em oito localidades do estado do Paraná, Brasil. *Arquivos de Biologia e Tecnologia* 37: 889-894.
- FONSECA, A. A. B., G. HERMANN, & Y. L. R. LEITE, 2000. Macrogeography of Brazilian mammals. Pp 549-561 in: J. F. Eisenberg & K. H. Redford (eds.) *Mammals of the neotropics*, The Central Neotropics. The University of Chicago Press, Chicago.
- GNASPINI, P., R. B. FRANCINI-FILHO & M. R. BUNGIERMAN. 2000. Abundance and seasonal activity of beetles (Coleoptera) in an Atlantic Forest

- reservation in São Paulo city (Brazil). *Revista Brasileira de Entomologia* 44: 115-127.
- GUERRA, A. T. 1975. *Dicionário geológico-geomorfológico*, 4ª Edição. IBGE, Rio de Janeiro.
- HOSKING, G.P. 1979. Trap comparison in the capture of flying Coleoptera. *New Zeland Entomologist* 7: 87-92.
- HUTCHESON, J. 1990. Characterization of terrestrial insect communities using quantified, Malaise-trapped Coleoptera. *Ecological Entomology* 15: 143-151.
- HUTCHESON, J. & D. JONES. 1999. Spatial variability of insect communities in a homogenous system: measuring biodiversity using Malaise trapped beetles in a *Pinus radiata* plantation in New Zealand. *Forest Ecology and Management* 118: 93-105.
- KREBS, C. J. 1989. *Ecological methodology*. Harper & Row Publishers, New York.
- LANDRES, P. B., J. VERNER & J. W. THOMAS. 1988. Ecological uses of vertebrate indicator species: a critique. *Conservation Biology* 2:316-328.
- LAWRENCE, J. F. & E. B. BRITTON. 1991. Coleoptera. Pp 543-683 in: CSIRO (eds.) *The Insects of Australia*, vol. 2. Cornell University Press, New York.
- LAWRENCE, J. F. & A. F. NEWTON. 1995. Families and subfamilies de Coleoptera (with select genera, notes, references and data on family-group names). Pp. 779-913 in: J. F. Pakaluk & S. A. Slipinski (eds.) *Biology, Phylogeny, and Classification of Coleoptera*. Museum I Institut Zoologii PAN, Wkarszawa.
- LAWRENCE, F. A., A. M. HASTING, M. J. DALLWITZ, T. A. PAINE & E. J. ZURCHER. 1999. *Beetles of the world. A key and information system for families and subfamilies*. Version 1.0 for MS-Windows. CSIRO Publishing, Melbourne, Australia. 1 CD-ROM.
- LAWTON, J. H. 1983. Plant architecture and the diversity of phytophagous insects. *Annual Review of Entomology* 28: 23-39.

L. Iannuzzi et al.

- LIMA, A. M. DA C. 1952-56. *Insetos do Brasil, Coleópteros*. Vol. 7-10. Escola Nacional de Agronomia, Rio de Janeiro.
- MAGURRAN, A. E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- MARINONI, R. C. & R. R. C. DUTRA. 1997. Famílias de Coleoptera capturadas com armadilha Malaise em oito localidades do estado do Paraná, Brasil. Diversidades alfa e beta. *Revista Brasileira de Zoologia* 14: 751-770.
- MARINONI, R. C., N. G. GANHO, M. L. MONNÉ & J. R. M. MERMUDES. 2001. *Hábitos alimentares em Coleoptera (Insecta) – Compilação de dados e novas informações sobre alimentação nas famílias de coleópteros*. Holos, Ribeirão Preto.
- MATTHEWS, R. W. & J. R. MATTHEWS. 1970. Malaise trap studies of flying insects in a New York mesic forest I. Ordinal composition and seasonal abundance. *New York Entomological Society*. 78: 52-59.
- MATTHEWS, R. W. & J. R. MATTHEWS. 1983. Malaise traps. The Townes models catches more insects. *Contributions of the American Entomological Institute* 20: 428-432.
- MIYAZAKI, R.D. & R. R. C. DUTRA. 1995. Famílias de Coleoptera capturadas com armadilha luminosa em oito localidades do Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 12: 321-332.
- PEET, R. K. 1974. The measurement of species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics* 5: 285-307.
- PIELOU, E. C. 1975. *Ecological Diversity*. J. Wiley & Sons, New York.
- PLGGB. PROGRAMA DE LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL. 1988. *Piranhas-folhas SC.24-x-c- VI Sergipe/Alagoas/Bahia*, Brasília.
- PINHEIRO, F., I. R. DINIZ & K. KITAYAMA. 1998. Comunidade local de Coleoptera em cerrado: diversidade de espécies e tamanho do corpo. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 27: 543-550.
- RIZZINI, C. T. 1997. *Tratado de Fitogeografia do Brasil*. 2ª ed., Editora Âmbito Cultura Ltda., Rio de Janeiro.

8. *Diversidade de Coleoptera de Caatinga*

- SANTOS, A. M. M. & M. TABARELLI. 2002. Distance from roads and cities as a predictor of habitat loss and fragmentation in caatinga dry forest of Brazil *Revista Brasileira de Botânica* 62: 897-905.
- SOUZA, M. A. 2000. *Padrões de distribuição da família Tyrannidae (Aves, Passeriformes) na região da caatinga*. Monografia de Graduação, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- TOWNES, H. 1972. A light-weight Malaise trap. *Entomological News* 83: 239-247.
- VANZOLINI, P. E., A. M. N., RAMOS-COSTA & L. J. VITT. 1980. *Répteis das Caatingas*. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro.
- YAMAMOTO, A. F. 1984. *Fauna urbana e rural de Ichneumonidae (Hymenoptera) da região de Curitiba, Paraná*. Tese de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

L. Iannuzzi et al.

PADRÕES LOCAIS DE DIVERSIDADE DE CERAMBYCIDAE (INSECTA, COLEOPTERA) EM VEGETAÇÃO DE CAATINGA

*Artur C. D. Maia, Luciana Iannuzzi, Carlos Eduardo B. Nobre &
Cleide Maria R. de Albuquerque*

Introdução

São conhecidas mais de 330.000 espécies de Coleoptera (Insecta), distribuídas em aproximadamente 150 famílias (Richards & Davies 1994, Lawrence *et al.* 1999). Cerambycidae representa uma das mais numerosas famílias da ordem, com cerca de 20.000 espécies descritas (Arnett 1963, Richards & Davies 1994). São encontrados em todos os continentes, embora sua riqueza seja destacadamente maior nas regiões tropicais (Richards & Davies 1994). Dentre as subfamílias reconhecidas atualmente, Cerambycinae, Lamiinae e Prioninae perfazem grande parte do total de espécies do grupo (Lima 1955, Arnett 1963, Crownson 1981).

Os cerambicídeos são, de uma forma generalizada, facilmente reconhecidos pelo extraordinário alongamento das antenas, característica que lhes rendeu a denominação de longicórnios por Latreille (1829, *apud* Lima 1955). É comum a presença de antenas que chegam a atingir uma ou duas vezes o comprimento do corpo, embora existam alguns gêneros, como *Parandra* (Parandrinae) e

Hypocephalus (Anoplodermatinae), em que as antenas são muito curtas (Lima 1955). Algumas espécies podem atingir enormes dimensões como o *Titanus giganteus* (Linnaeus, 1771) (Prioninae) da Amazônia, com até 20 cm de comprimento (Lima 1955).

Os adultos possuem hábito diurno, noturno ou crepuscular (Arnett 1963, Crownson 1981, Lawrence *et al.* 1999). São voadores ativos, podendo assim ser encontrados em lugares distantes daquele em que nasceram (Lima 1955). Essencialmente fitófagos, alimentam-se de partes verdes, flores, néctar, pólen, frutos maduros e casca de várias espécies vegetais (Arnett 1963, Crownson 1981, Martins 1997, Lawrence *et al.* 1999). As larvas são na grande maioria xilófagas, alimentando-se de tecidos sólidos de árvores e arbustos ou de troncos mortos (Martins 1997). Os cerambicídeos são incluídos por Marinoni *et al.* (2001) no grupo trófico herbívoro e subgrupos tróficos xilófago, rizófago e espermófago.

Algumas espécies apresentam considerável importância econômica por possuírem larvas brocadoras de plantas cultivadas (Lima 1955, Arnett 1963, Crownson 1981, Lawrence *et al.* 1999). No Brasil, culturas de fruteiras e madeira são atacadas essencialmente por indivíduos das subfamílias Cerambycinae e Lamiinae, que danificam ou até matam a planta hospedeira ao abrirem galerias em seus interiores. Espécies do gênero *Oncideres* (Onciderini, Lamiinae), por exemplo, por apresentarem o hábito peculiar de cortarem troncos ou galhos da planta atacada para a oviposição, receberam a denominação popular de “serradores” ou “serra-paus”. A larva alimenta-se dentro do galho onde forma galerias até a emergência (Lima 1955).

Os cerambicídeos são importantes também na reciclagem de nutrientes em seus habitats (Monné 2001a). Devido à relação íntima com os recursos naturais que utilizam, têm sido avaliados como potenciais candidatos a bioindicadores para monitoramento

de conservação (Brown 1997, Evans *et al.* 2000). Segundo os critérios adotados por Pearson (1994), a família preenche alguns dos requisitos necessários a um bioindicador ambiental eficiente, entre os quais destacam-se a monofilia do grupo, especificidade nas relações ambientais e comportamentais, além de conhecida importância econômica.

Para Väisänen & Heliövaara (1994), a disponibilização de dados biológicos, obtidos através da pesquisa taxonômica e levantamentos faunísticos, é vital para se definirem políticas de proteção ambiental. Apesar da importância e representatividade dos coleópteros, ainda são escassos trabalhos desta natureza envolvendo esta ordem, principalmente com categorias taxonômicas mais basais. Dutra & Miyazaki (1994, 1995), Miyazaki & Dutra (1995) e Marinoni & Dutra (1997) realizaram levantamentos de coleopterofauna, mais especificamente no Paraná. No mais recente, Marinoni & Dutra (1997) avaliaram a diversidade e a abundância destes insetos, desenvolvendo um estudo comparativo entre guildas tróficas, procurando determinar as condições de preservação de cada uma das localidades pesquisadas. Além destes trabalhos, também destacam-se o de Diefenbach & Becher (1992) em área urbana, o de Louzada & Lopez (1997) em fragmento de Mata Atlântica e o de Pinheiro *et al.* (1998) em Cerrado. Dentre as pesquisas já realizadas, não há registros referentes ao grupo em estudos na região da Caatinga.

Segundo Tabarelli *et al.* (2000), em análise sobre a biodiversidade da Caatinga, mais de 40% da região não foi amostrada e cerca de 80% das áreas estudadas foram sub-amostradas. Grande parte da vegetação original (em torno de 60 e 70%) já foi modificada e menos de 2% da região está protegido na forma de reservas e unidades de conservação. Novas espécies de

animais têm sido descritas na região da Caatinga, ainda que sejam poucas as pesquisas realizadas nos últimos anos (Heyer 1988).

O escasso conhecimento da composição biológica da Caatinga impede o recuo de seu acelerado processo de degradação, o que tem resultado na perda da biodiversidade e de recursos naturais importantes. Assim, são de fundamental importância a identificação da diversidade e a avaliação do impacto da ação antrópica, a fim de se planejar modelos para sua exploração racional.

Material e métodos

Área de estudo

O projeto foi desenvolvido em áreas de caatinga nas adjacências da Usina Hidroelétrica de Xingó, nos estados de Alagoas e Sergipe, entre março de 2000 e março de 2001. Este trabalho está integrado às pesquisas desenvolvidas no sub-Programa Biodiversidade do Projeto Xingó, uma iniciativa de universidades nordestinas com o apoio do CNPq (Conselho Nacional de Pesquisa) e da CHESF (Companhia Hidroelétrica do São Francisco). Para mais detalhe sobre a área de estudo ver Capítulos 7 e 8 deste volume.

A área estudada foi dividida em nove unidades de paisagem presentes na região, estabelecidas de acordo com características da topografia e tipo de solo. Tais unidades foram reconhecidas como: *canyon* encosta sem solo, *canyon* encosta com solo, serra escarpa, serra contra forte, ravina, tabuleiro arenoso ciliar, tabuleiro arenoso plano, tabuleiro argiloso ciliar, tabuleiro argiloso plano. Estas unidades consistem em subdivisões das unidades utilizadas nos Capítulos 7 e 10 deste volume, e estão descritas em detalhe no Capítulo 8.

Coletas

Utilizaram-se para captura de insetos armadilhas do tipo Malaise (modelo Townes 1972) com as modificações do frasco coletor propostas por Yamamoto (1984) e adaptadas para as condições climáticas do bioma estudado. Este tipo de armadilha tem sido utilizado em muitos levantamentos entomofaunísticos, sendo particularmente eficiente na captura de insetos voadores (Marinoni & Dutra 1995). É apontada por Hosking (1979) como passiva e não tendenciosa, além de dispensar manutenção freqüente. Segundo Hutcheson & Jones (1999), coletas duradouras com armadilhas Malaise permitem a caracterização de sistemas biológicos complexos, além de indicarem interações entre comunidades em localidades específicas.

Foi instalada uma armadilha em cada unidade de paisagem da região. Em intervalos de sete dias, o conteúdo dos potes coletores era coletado e o líquido conservante substituído. Ao final de oito semanas, o conjunto de armadilhas era transferido para novas localidades, dominadas pela mesma fisionomia. Assim, para cada unidade de paisagem foram realizadas 53 coletas, no período compreendido entre 4 de março de 2000 e 29 de março de 2001.

As armadilhas foram transferidas cinco vezes ao longo do período de coletas, o que correspondeu aos cinco tratamentos utilizadas nas análises. O tratamento I correspondeu aos meses de março e abril de 2000, o tratamento II aos meses de maio, junho e julho de 2000, o tratamento III aos meses de agosto e setembro de 2000, o tratamento IV aos meses de outubro, novembro e dezembro de 2000 e o tratamento V aos meses de fevereiro e março de 2001. No mês de janeiro de 2001 não foram realizadas coletas. Embora retratem condições climáticas distintas, os tratamentos utilizados aqui não indicam as mudanças sazonais na região de Xingó, ainda que tenham sido observadas variações pluviométricas em cada uma

deles. Não foi possível obter os dados hidroclimáticos da região entre os anos de 2000 e 2001.

Identificação do material

Os coleópteros foram montados e separados por família. As espécies de Cerambycidae foram determinadas pelos doutores Ubirajara Ribeiro Martins (MZSP), Miguel Angel Monné (MNRJ), Dilma Solange Napp (DZUP) e Luciana Iannuzzi (Departamento de Zoologia, UFPE), especialistas no grupo. Seguiu-se para esta família a classificação adotada por Monné & Hovore (2001).

A maioria dos espécimes estudados neste trabalho encontra-se depositada no Departamento de Zoologia da UFPE, Coleção Entomológica Científica (em fase de instalação). Exemplares de algumas espécies e tipos de prováveis novas espécies encontram-se retidos no MZSP, aos cuidados do Dr. Ubirajara Ribeiro Martins.

As abreviações citadas acima correspondem às seguintes instituições:

DZUP – Coleção entomológica Pe. Jesus Santiago Moure, Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil

MNRJ – Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

MZSP – Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil

UFPE – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, Brasil

Documentação fotográfica

Um exemplar de cada espécie foi fotografado em vista dorsal, utilizando-se um sistema fotográfico Leica[®] MPS 30, acoplado a

um estereomicroscópio Leica® MZ6. Depois de digitalizadas a partir de película diapositiva, as imagens foram editadas para impressão utilizando-se o software Adobe® Photoshop® 5.0. Foram excluídos da documentação espécimes identificados apenas em nível taxonômico de gênero, além das espécies cujos exemplares se encontram retidos no MZSP. Cada exemplar fotografado foi medido da inserção das antenas à extremidade posterior do abdome.

Caracterização da diversidade

A abundância e riqueza são mostradas em valores absolutos, relacionados aos tratamentos e às unidades de paisagem. Os índices de ocorrência e dominância das espécies de Cerambycidae foram obtidos segundo método proposto por Palma (1975) (*apud* Abreu & Nogueira 1989).

Os índices de Shannon – Wiener (H') e Simpson ($1 - D$) foram utilizados para análise de diversidade, sendo obtidos através do emprego do Software de Krebs (1989). Magurran (1988) e Ryan *et al.* (1995) recomendam a utilização de mais de um índice, uma vez que cada um deles leva em consideração parâmetros distintos. O índice de Shannon-Wiener incorpora informações sobre a riqueza de espécies e suas abundâncias relativas (Marinoni & Dutra 1997) e é um dos métodos estatísticos de informação mais freqüentemente utilizados (Magurran 1988). O índice de Simpson avalia a uniformidade da amostra estudada (Ryan *et al.* 1995).

A diversidade das unidades de paisagem foi comparada, ainda, através do emprego do exponencial do índice de Renyi, contido no software PAST ver. 0.86. Ele permite a comparação da diversidade em amostras diferentes, par a par, utilizando como critérios parâmetros alfa de variações semelhantes aos índices de Simpson e Shannon-Wiener, além da riqueza de espécies. Os perfis

de diversidade são plotados em um gráfico e as comparações são consideradas conclusivas apenas quando não se verifica intersecção entre as curvas de cada perfil (Ryan *et al.* 1995).

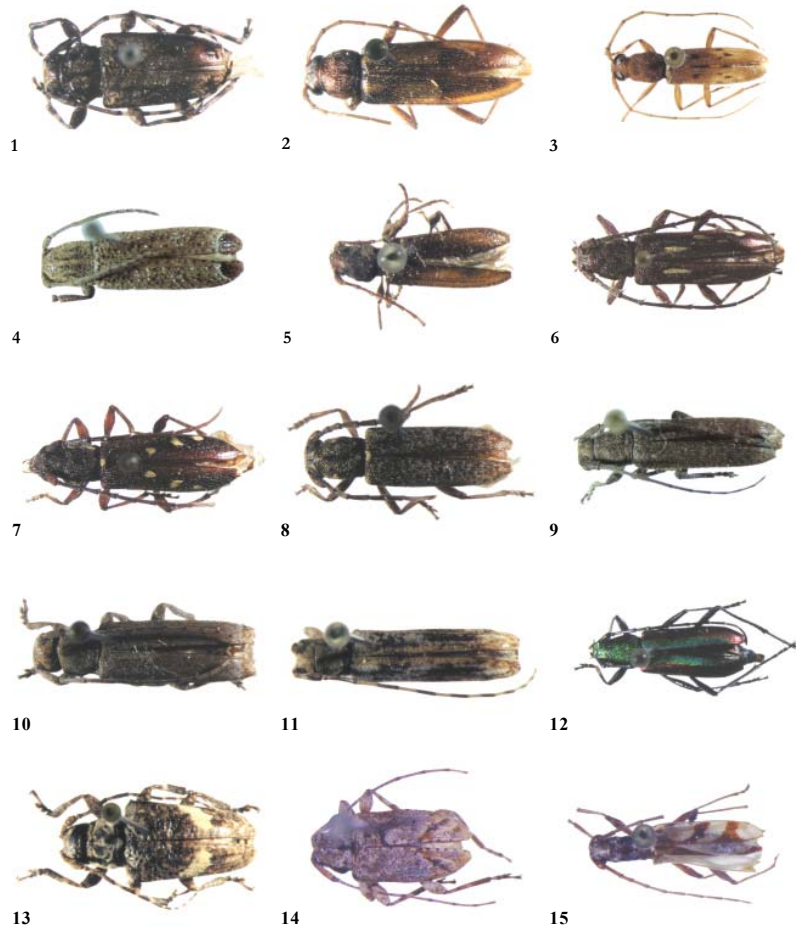
A similaridade faunística entre as unidades de paisagem foi reconhecida através do emprego do índice de Morisita-Horn (Wolda 1981), sendo para tal utilizado o software de Krebs (1989). Segundo Smith (1986), embora apresente limitações, este é o índice quantitativo mais satisfatório entre os disponíveis. A partir dos dados obtidos pelo índice de Morisita-Horn foram estabelecidas relações entre as unidades de paisagem através de análise de agrupamento, obtida pelo software PAST ver. 0.86 (Ryan *et al.* 1995).

Resultados

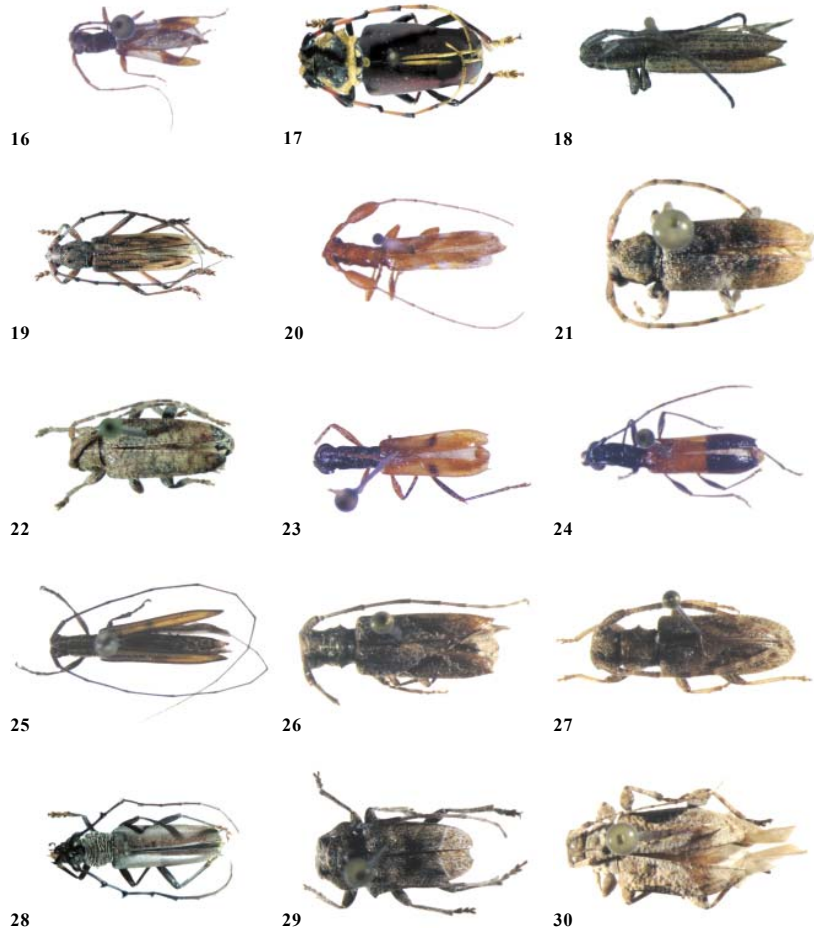
Foram coletados 8.301 coleópteros, distribuídos em 42 famílias. Destes, 210 exemplares são representantes da família Cerambycidae (2,53% do total), encontrados em todas as unidades de paisagem e tratamentos. Estes espécimes totalizam 53 gêneros e 66 espécies (Figuras 1 a 53), pertencentes às subfamílias Cerambycinae (14 tribos, 25 gêneros, 30 espécies e 84 exemplares) e Lamiinae (oito tribos, 28 gêneros, 36 espécies e 126 exemplares; Tabela 1). O gênero *Oreodera* (Lamiinae, Acanthoderini) foi o que apresentou maior número de espécies, quatro no total.

Baseado na classificação de Palma (1975 *apud* Abreu & Nogueira 1989), apenas cinco espécies (7,6%) foram consideradas comuns, 13 (19,7%) foram intermediárias e 48 (72,7%) raras. *Leptostylus nordestinus* Monné & Hoffmann, 1981 (Lamiinae, Acanthocinini; Figura 29), *Nesozineus bucki* (Breuning, 1954) (Lamiinae, Acanthoderini; Figura 36), *Dorcacerus barbatus* (Olivier, 1790) (Cerambycinae, Trachyderini; Figura 17), *Temnopsis*

9. Diversidade de Cerambycidae na Caatinga

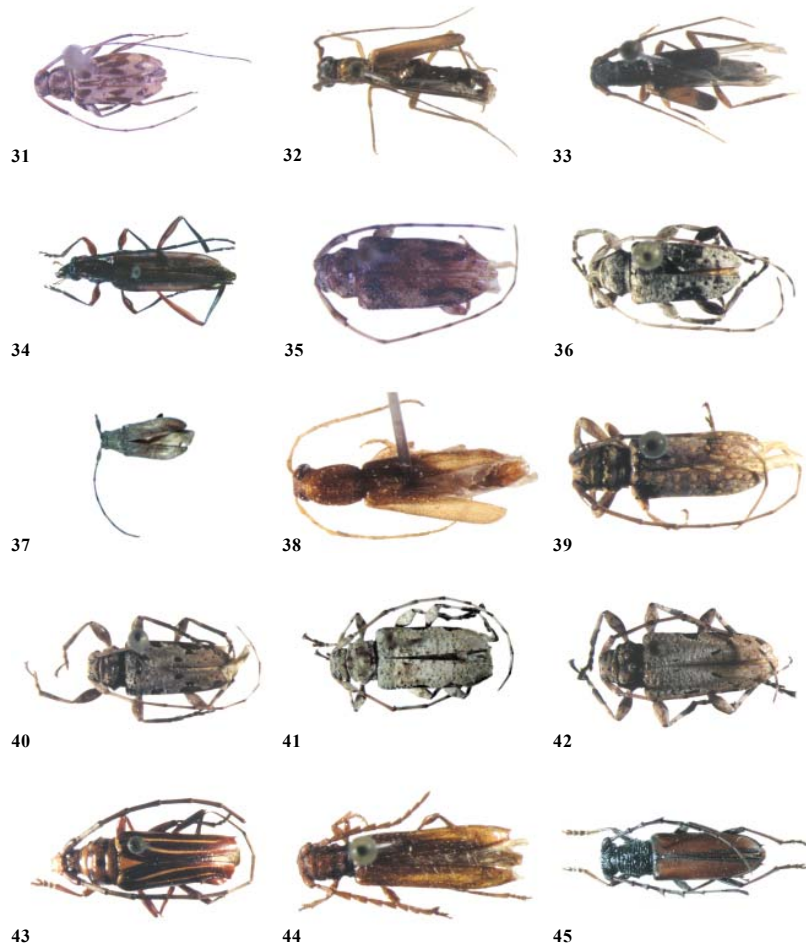


Prancha 1. Espécies de Cerambycidae capturadas na caatinga da região de Xingó, estados de Alagoas e Sergipe, Brasil. **1**, *Acanthoderes (Psapharochrus) brunnescens* Zajciw, 1963, 9 mm; **2**, *Achryson maculatum* Burmeister, 1865, 12 mm; **3**, *Achryson surinamun* (Linnaeus, 1767), 13 mm; **4**, *Adetus fuscoapicalis* Breuning, 1942, 8 mm; **5**, *Alienosternus cristatus* (Zajciw, 1970), 6 mm; **6**, *Ambonus distinctus* (Newman, 1840), 18 mm; **7**, *Ambonus interrogationis* (Blanchard, 1843), 16 mm; **8**, *Anelaphus souzai* (Zajciw, 1964), 11 mm; **9**, *Ataxia albisetosa* Breuning, 1940, 12 mm; **10**, *Bisaltes (Bisaltes) strandi* Breuning, 1940, 10 mm; **11**, *Cacostola nordestina* Martins & Galileo, 1999, 8 mm; **12**, *Chrysoprasis aurigena* (Germar, 1824), 8 mm; **13**, *Cipriscola fasciata* (Thomson, 1860), 13 mm; **14**, *Coeloprocta singularis* Aurivillius, 1926, 6 mm; **15**, *Compsibidion campestre* (Gounelle, 1909), 10 mm.

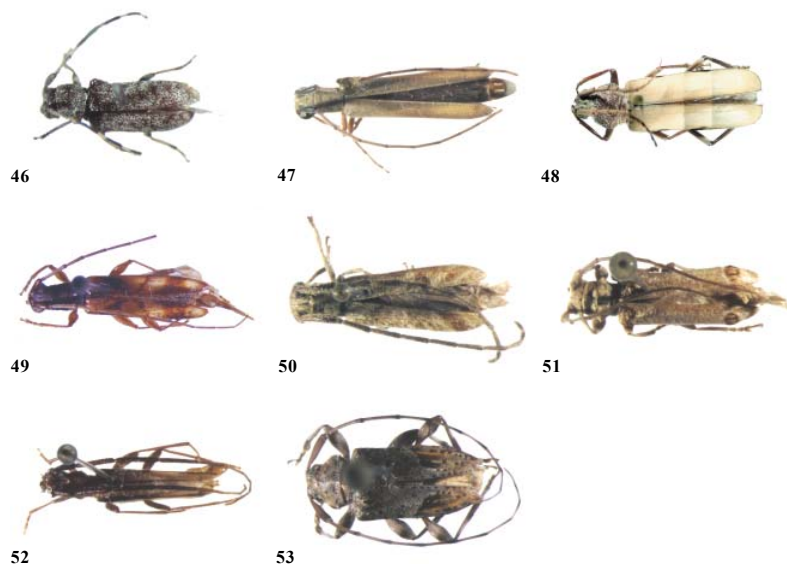


Prancha 2. Espécies de Cerambycidae capturadas na caatinga da região de Xingó, estados de Alagoas e Sergipe, Brasil. **16**, *Compsibidion fairmairei* (Thomson, 1865), 7 mm; **17**, *Dorcacerus barbatus* (Olivier, 1790), 30 mm; **18**, *Dorcasta implicata* Melzer, 1934, 6 mm; **19**, *Eburodacrys crassimana* Gounelle, 1909, 15 mm; **20**, *Engyum ludibriosum* Martins, 1970, 6 mm; **21**, *Estola alternata* Breuning, 1940, 6 mm; **22**, *Estola flavescens* Breuning, 1940, 8 mm; **23**, *Gnomidolon elegantulum* Lameere, 1885, 6 mm; **24**, *Heterachthes sejunctus* Gounelle, 1909, 10 mm; **25**, *Hippopsis tuberculata* Galileo & Martins, 1988, 8 mm; **26**, *Ischnolea bimaculata* Chevrolat, 1861, 7 mm; **27**, *Ischnolea indistincta* Breuning, 1942, 7 mm; **28**, *Juiaparus batus batus* (Linnaeus, 1758), 25 mm; **29**, *Leptostylus nordestinus* Monné & Hoffmann, 1981, 8 mm; **30**, *Leptostylus perniciosus* Monné & Hoffman, 1981, 9 mm.

9. Diversidade de Cerambycidae na Caatinga



Prancha 3. Espécies de Cerambycidae capturadas na caatinga da região de Xingó, estados de Alagoas e Sergipe, Brasil. **31**, *Lepturges anceps* Gilmour, 1962, 5 mm; **32**, *Methia fischeri* Melzer, 1923, 7 mm; **33**, *Methia longipennis* Martins, 1997, 5 mm; **34**, *Mionochroma vittatum electrinum* (Gounelle, 1911), 16 mm; **35**, *Nealcidion silvai* Monné & Delfino, 1986, 7 mm; **36**, *Nesozineus bucki* (Breuning, 1954), 7 mm; **37**, *Nesozineus lineolatus* Galileo & Martins, 1996, 4 mm; **38**, *Ocroeme recki* (Melzer, 1931), 6 mm; **39**, *Oncideres modesta* Dillon & Dillon, 1946, 10 mm; **40**, *Oreodera aerumnosa* Erichson, 1847, 9 mm; **41**, *Oreodera glauca* (Linnaeus, 1758), 12 mm; **42**, *Oreodera marionii* Monné & Fragoso, 1988, 10 mm; **43**, *Oxymerus aculeatus* Dupont, 1838, 13 mm; **44**, *Piezocera araujosilvai* Melzer, 1935, 6 mm; **45**, *Plocaederus confusus* Martins & Moné 2002, 17 mm.



Prancha 4. Espécies de Cerambycidae capturadas na caatinga da região de Xingó, estados de Alagoas e Sergipe, Brasil. **46**, *Pseudestola densepunctata* Breuning, 1940, 4 mm; **47**, *Pseudomecas pickeli* (Melzer, 1930), 12 mm; **48**, *Psygmaterus wagleri* Perty, 1828, 36 mm; **49**, *Pygmodeon andreae* (Germar, 1824), 11 mm; **50**, *Recchia abauna* Martins & Galileo, 1998, 8 mm; **51**, *Rhaphiptera oculata* Gounelle, 1908, 9 mm; **52**, *Temnopsis megacephala* (Germar, 1824), 15 mm; **53**, *Tropidozineus rotundicollis* (Bates, 1863), 6 mm.

megacephala (Germar, 1884) (Cerambycinae, Oemini; Figura 52) e *Ambonus interrogationis* (Blanchard, 1843) (Cerambycinae, Elaphidiini; Figura 7) corresponderam às espécies comuns, com 26, 16, 12, 12 e 10 indivíduos, respectivamente (Tabela 2). Juntas, estas cinco espécies perfizeram 36,2% dos cerambycídeos coletados.

Cerambycidae vs. unidades de paisagem de Caatinga

A maior abundância de espécimes coletados foi observada em serra escarpa, com 39 indivíduos (18,57%), seguida por serra contraforte e tabuleiro arenoso plano, com 31 indivíduos (14,76%) e 29 indivíduos (13,80%), respectivamente. Serra escarpa também foi a unidade de paisagem que apresentou a maior riqueza de espécies, 25 no total (Tabela 2).

Trinta espécies foram restritas a apenas uma unidade de paisagem, correspondendo a 45,4% do total de espécies encontradas. No entanto, todas foram pouco abundantes, raramente ultrapassando mais de um exemplar capturado. Tabuleiro arenoso plano apresentou o maior número de espécies restritas, oito. Tabuleiro argiloso ciliar, além de ter apresentado a menor abundância e riqueza de Cerambycidae, foi a única unidade que não apresentou espécies restritas. As espécies mais amplamente distribuídas foram *L. nordestinus* e *A. interrogationis*, ambas encontradas em sete das nove unidades de paisagem (Tabela 2).

Foi observado que os valores de diversidade dos índices de Simpson (1 - D) e Shannon-Wiener (H') obtidos nas unidades de paisagem foram consideravelmente altos, tendo oscilado entre 2,967 e 1,889 (H') e entre 0,9394 e 0,8395 (1 - D). Os maiores e menores valores para ambos os índices foram verificados em tabuleiro arenoso plano e tabuleiro argiloso ciliar, respectivamente (Tabela 3).

Através da aplicação do exponencial do índice de Renyi, tabuleiro arenoso plano foi comparativamente mais diverso que as demais unidades, exceto serra escarpa. Tabuleiro argiloso ciliar foi menos diverso que todas as demais unidades, excetuando *canyon* sem solo (Tabela 4).

A aplicação do índice de Morisita-Horn indicou, de forma generalizada, baixa similaridade entre as unidades de paisagem. A maior similaridade foi observada entre serra contraforte e tabuleiro arenoso ciliar ($C = 0,773$) e em seguida pelos pares *canyon* sem solo – serra escarpa ($C = 0,747$) e *canyon* sem solo – serra

Tabela 1. Relação dos Cerambycidae capturados entre os meses de março de 2000 e março de 2001 em caatinga da região de Xingó, estados de Alagoas e Sergipe, Brasil. Listagem por subfamílias, tribos e número de gêneros, espécies e exemplares.

Subfamílias	Tribos	Nº de gêneros	Nº de espécies	Nº de exemplares
Cerambycinae	Achrysonini	1	2	7
	Callichromatini	1	1	1
	Callidiopini	1	1	1
	Cerambycini	2	2	9
	Eburiini	1	1	1
	Elaphidiini	3	4	16
	Heteropsini	1	1	2
	Ibidionini	6	7	10
	Methiini	1	2	2
	Oemini	2	2	13
	Piezocerini	2	2	3
	Rhopalophorini	1	1	2
	Torneutini	1	1	2
Trachyderini	2	2	15	
Total	14	25	29	84
Lamiinae	Acanthocinini	6	8	41
	Acanthoderini	3	7	36
	Aerenicini	3	3	7
	Agapanthiini	2	2	2
	Apomecynini	4	5	7
	Desmiphorini	5	7	19
	Onciderini	3	3	10
	Pteropliini	2	2	4
Total	8	28	37	126

contraforte ($C = 0,653$). As unidades de paisagem mais distintas entre si foram ravina e serra contraforte ($C = 0,053$; Figura 54).

Através da análise de agrupamento, observa-se no dendrograma que o núcleo *canyon* sem solo – serra escarpa uniu-se ao núcleo serra contraforte – tabuleiro arenoso ciliar; a estes dois núcleos ligou-se tabuleiro argiloso ciliar, e todo este subconjunto ligou-se a tabuleiro argiloso plano. O grupo anterior uniu-se a um segundo grupo, formado pelo núcleo tabuleiro arenoso plano – *canyon* com solo, unido a ravina (Figura 54).

Cerambycidae vs tratamentos

A maior abundância (91 indivíduos, 43,3% do total) e riqueza (42 espécies, 63,64% do total), foram observadas no tratamento I (Tabela 5). Somando os tratamentos I e II foram capturadas cerca de 90% das espécies de Cerambycidae (59 espécies, 89,4% do total). A partir do tratamento II houve uma redução gradativa no aparecimento de espécies previamente não coletadas, sendo pequeno o acréscimo à riqueza acumulada (Figura 55).

Das espécies coletadas, *A. interrogationis*, *L. nordestinus*, *N. bucki* e *T. megacephala*, ocorreram em quatro dos cinco tratamentos (Tabela 5).

Entre as espécies comuns, *L. nordestinus* e *N. bucki* mostraram um elevado número de espécimes capturados no tratamento I. As demais espécies não mostraram picos de coleta distintos em nenhuma amostragem. Para a maioria das unidades de paisagem, de uma forma geral, tanto a riqueza quanto a abundância de Cerambycidae foram mais pronunciadas no tratamento I. Em tabuleiro arenoso plano e tabuleiro argiloso plano, no entanto, os maiores picos, tanto de abundância de espécies quanto de riqueza, ocorreram no tratamento II. *Canyon* encosta com solo e serra

Tabela 2. Espécies e número de exemplares de Cerambycidae capturados em nove unidades de paisagem de caatinga reconhecidas para a região de Xingó, estados de Alagoas e Sergipe, Brasil. Antecedendo o nome da espécie, entre parênteses, a classificação de Palma (1975) para ocorrência e dominância. Legenda: CCS – *Canyon* encosta com solo; CSS – *Canyon* encosta sem solo; RAV – Ravina; SCF – Serra contraforte; SEC – Serra escarpa; TAreC - Tabuleiro arenoso ciliar; TAreP – Tabuleiro arenoso plano; TArgC – Tabuleiro argiloso ciliar; TArgP – Tabuleiro argiloso plano). (R – rara; I – intermediária; C – comum).

Espécies	CCS	CSS	RAV	SCF	SEC	TAreC	TAreP	TArgC	TArgP	Total
(I) <i>Acanthoderes (Psapharochrus) brunnescens</i> Zajciw, 1963	1	0	0	0	2	1	1	0	1	6
(R) <i>Achryson maculatum</i> Burmeister, 1865	0	0	0	0	0	1	2	0	0	3
(I) <i>Achryson surinamun</i> (Linnaeus, 1767)	1	0	0	0	0	0	1	0	2	4
(R) <i>Adetus fuscoapicalis</i> Breuning, 1942	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
(R) <i>Adetus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
(R) <i>Aleiphaquilon</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
(R) <i>Alienosternus cristatus</i> (Zajciw, 1970)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1

Espécies	CCS	CSS	RAV	SCF	SEC	TAreC	TAreP	TArgC	TArgP	Total
(R) <i>Ambonus distinctus</i> (Newman, 1840)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
(C) <i>Ambonus interrogationis</i> (Blanchard, 1843)	2	2	1	1	1	1	0	0	2	10
(I) <i>Anelaphus souzai</i> (Zajciw, 1964)	0	0	0	1	1	0	0	0	1	3
(R) <i>Antodice kyra</i> Martins & Galileo, 1998	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
(I) <i>Ataxia albisetosa</i> Breuning, 1940	0	1	0	1	1	0	0	0	0	3
(R) <i>Bebelis</i> sp.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
(R) <i>Bisaltes (Bisaltes) strandi</i> Breuning, 1940	0	2	0	1	0	0	0	0	0	3
(I) <i>Cacostola nordestina</i> Martins & Galileo, 1999	1	0	1	1	0	0	3	0	1	7
(R) <i>Chrysoprasia aurigena</i> (Germar, 1824)	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2

Espécies	CCS	CSS	RAV	SCF	SEC	TAreC	TAreP	TArgC	TArgP	Total
(R) <i>Cipriscola fasciata</i> (Thomson, 1860)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
(R) <i>Coeloprocta singularis</i> Aurivillius, 1926	0	0	0	0	1	0	0	0	2	3
(R) <i>Compsibidion campestre</i> (Gounelle, 1909)	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2
(R) <i>Compsibidion fairmairei</i> (Thomson, 1865)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
(C) <i>Dorcacerus barbatus</i> (Olivier, 1790)	2	0	0	4	1	4	1	0	0	12
(R) <i>Dorcasta implicata</i> Melzer, 1934	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
(R) <i>Eburodacrys crassimana</i> Gounelle, 1909	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
(R) <i>Engyum ludibriosum</i> Martins, 1970	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2
(I) <i>Estola alternata</i> Breuning, 1940	1	0	1	0	1	0	2	1	0	6

Espécies	CCS	CSS	RAV	SCF	SEC	TAreC	TAreP	TArgC	TArgP	Total
(R) <i>Estola flavescens</i> Breuning, 1940	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
(R) <i>Gnomidolon elegantulum</i> Lameere, 1885	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
(R) <i>Grammopsis clavigera</i> (Bates, 1866)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
(R) <i>Lepturges</i> sp.	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
(R) <i>Methia fischeri</i> Melzer, 1923	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
(R) <i>Methia longipennis</i> Martins, 1997	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
(R) <i>Mymasyngenes</i> sp.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
(R) <i>Mionochroma vittatum</i> <i>electrinum</i> (Gounelle, 1911)	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2
(I) <i>Nealcidion silvai</i> Monné & Delfino, 1986	0	0	0	1	1	0	0	0	1	3
(R) <i>Neocompsa</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1

Espécies	CCS	CSS	RAV	SCF	SEC	TAreC	TAreP	TArgC	TArgP	Total
(C) <i>Nesozineus bucki</i> (Breuning, 1954)	0	3	0	5	0	4	0	2	2	16
(R) <i>Nesozineus lineolatus</i> Galileo & Martins, 1996	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
(R) <i>Ocroeme recki</i> (Melzer, 1931)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
(R) <i>Oncideres modesta</i> Dillon & Dillon, 1946	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2
(I) <i>Oreodera aerumnosa</i> Erichson, 1847	0	1	0	0	1	0	4	0	0	6
(I) <i>Oreodera glauca</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	0	1	1	0	0	0	1	3
(R) <i>Oreodera marinonii</i> Monné & Fragoso, 1988	0	0	0	2	0	0	1	0	0	3
(R) <i>Oreodera</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
(I) <i>Oxymerus aculeatus</i> Dupont, 1838	1	0	0	0	0	1	1	0	0	3

Espécies	CCS	CSS	RAV	SCF	SEC	TAreC	TAreP	TArgC	TArgP	Total
(R) <i>Piezocera araujosilvai</i> Melzer, 1935	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
(R) <i>Placaederus confusus</i> Martins & Monné 2002	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2
(R) <i>Pseudestola densepunctata</i> Breuning, 1940	0	0	1	0	0	1	0	0	0	2
(I) <i>Pseudomecas pickeli</i> (Melzer, 1930)	1	0	1	0	1	0	0	2	0	5
(R) <i>Psygmatocherus wagleri</i> Perty, 1828	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2
(R) <i>Pygmodeon andreae</i> (Germar, 1824)	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2
(R) <i>Recchia abauna</i> Martins & Galileo, 1998	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
(R) <i>Rhaphiptera oculata</i> Gounelle, 1908	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
(R) <i>Rhopalophora</i> sp.	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2

Espécies	CCS	CSS	RAV	SCF	SEC	TAreC	TAreP	TArgC	TArgP	Total
(R) <i>Stizocera</i> sp.	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2
(C) <i>Temnopsis megacephala</i> (Germar, 1824)	0	3	0	0	6	0	1	1	1	12
(R) <i>Tropidozineus rotundicollis</i> (Bates, 1863)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
(R) <i>Urgleptes</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Total de exemplares	22	26	12	31	39	24	29	9	18	210
Total de espécies	16	13	11	18	25	15	22	7	14	66
Espécies restritas	2	5	5	1	4	3	8	0	2	30

9. Diversidade de Cerambycidae na Caatinga

Tabela 3. Diversidade de Cerambycidae nas unidades de paisagem reconhecidas para a caatinga da região de Xingó, estados de Alagoas e Sergipe, Brasil. Ver legenda das unidades de paisagem na tabela 2.

Unidades de paisagem	Número de indivíduos	Número de espécies	Índice de Shannon-Wiener	Índice de Simpson
CCS	22	16	2,65	0,9174
CSS	26	13	2,258	0,855
RAV	12	11	2,369	0,9028
SCF	31	18	2,646	0,9095
SEC	39	25	2,89	0,9152
TAreC	24	15	2,521	0,9028
TAreP	29	22	2,967	0,9394
TArgC	9	7	1,889	0,8395
TArgP	18	14	2,582	0,9198

Tabela 4. Comparação da diversidade de Cerambycidae nas unidades de paisagem de caatinga, através da aplicação do exponencial do índice de Renyi (Ryan *et al.* 1995). Na primeira coluna, as unidades as quais as demais são comparadas. A coluna “>” indica as unidades menos diversas em relação à primeira coluna e a coluna “<” indica as unidades mais diversas em relação à primeira coluna Ver legenda das unidades de paisagem na tabela 2.

	>	<
CCS	CSS; TAreC; TArgC	TAreP
CSS		CCS; SCF; SEC; TAreC; TAreP; TArgP
RAV	TArgC	TAreP; TArgP
SCF	CSS; TAreC; TArgC	TAreP
SEC	CSS; TArgC	
TAreC	CSS; TArgC	CCS; SCF; TAreP
TAreP	CCS; CSS; RAV; SCF; TAreC; TArgC; TArgP	
TArgC		CCS; RAV; SCF; SEC; TAreC; TAreP; TArgP
TArgP	CSS; RAV; TArgC	

escarpa apresentaram apenas o pico de abundância durante este período (Figura 56).

Os maiores valores dos índices de Simpson (1 - D) e Shannon-Wiener (H') foram verificados no tratamento II, 0,9538 e 3,26 respectivamente. O outro extremo foi observado no tratamento V (1 - D = 0,7958 e H' = 1,813; Tabela 6).

Através da aplicação do exponencial do índice de Renyi, os tratamentos I e II foram comparativamente mais diversos que os demais. O tratamento V foi menos diverso que todos os outros (Tabela 7).

Discussão

Todos os espécimes de Cerambycidae capturados durante este trabalho pertencem às subfamílias Lamiinae e Cerambycinae, fato provavelmente associado à representatividade destes grupos na região Neotropical e ao método de coleta utilizado. A armadilha Malaise restringe a captura de insetos de grande porte, devido ao tamanho do orifício de entrada do recipiente coletor (Townes 1972). Os maiores exemplares de Cerambycidae coletados no presente estudo pertencem à espécie *Psygmatoceus wagleri* Perty, 1828 (Torneutini, Cerambycinae) com 36 e 38 mm de comprimento. Espécies de maior tamanho, comuns à subfamília Prioninae (Lima 1955, Arnett 1963, Lawrence *et al.* 1999), por exemplo, teriam chances mais remotas de serem capturadas nas armadilhas utilizadas. É sabido que na região da Caatinga há registros de Prioninae de grandes dimensões, como espécies do gênero *Callipogon*. As demais subfamílias não obtidas nas coletas são menos representativas no Brasil, possuindo registros bastante escassos no nordeste (Monné & Hovore 2001).

O fato de *Oreodera* ter apresentado um grande número de espécies é justificável, uma vez que corresponde a um dos mais

numerosos gêneros da tribo Acanthoderini, representado por mais de 80 espécies no Hemisfério Ocidental (Monné & Hovore 2001). Suas espécies alimentam-se de uma vasta gama de substratos vegetais e algumas são conhecidas por sua importância na agricultura. Das espécies coletadas, *O. glauca*, é reportada como broca da figueira branca (*Ficus pohliana* Miq.) (Lima 1955). Entre as espécies dominantes, sabe-se que *D. barbatus*, *A. interrogationis*, *N. bucki* e *T. megacephala* são geralmente bem representadas em coletas e apresentam ampla distribuição no Brasil (Monné 2001a, b, c). *L. nordestinus*, a espécie mais abundante no estudo com 26 exemplares, é apontada por Miguel A. Monné (comunicação pessoal) como sendo menos representativa que as demais em coletas com armadilha luminosa. A procedência do tipo desta espécie, no Município de Juazeirinho – PB, no sertão nordestino (Júlio *et al.* 2001), torna justificável sua ocorrência no local estudado. Como são escassos os registros sobre os hábitos da espécie *L. nordestinus*, considera-se impraticável discutir sobre sua predominância.

Associa-se a abundância das espécies comuns, ainda, à presença na região amostral de gêneros de plantas lenhosas onde já foram registradas ocorrências destes cerambycídeos. Monné (2001a, b, c) cita como hospedeiros dos Cerambycidae aqui considerados comuns os gêneros *Schinopsis* (Anacardiaceae), *Tabebuia* (Bignoniaceae), *Acacia*, *Bauhinia*, *Caesalpinia*, *Parapiptadenia*, *Piptadenia* (Caesalpinaceae), *Mimosa* (Mimosaceae), *Psidium* (Myrtaceae) e *Ziziphus* (Rhamnaceae), todos identificados por Silva (2002) na região de Xingó.

A predominância de táxons raros sobre os intermediários e comuns era esperada. Este fato foi observado para ordens de Insecta capturadas com armadilha Malaise em florestas de coníferas nos Estados Unidos por Matthews & Matthews (1969);

	CCS	CSS	RAV	SCF	SEC	TAreC	TAreP	TArgC	TArgP
CCS	1	0,184	0,295	0,271	0,237	0,295	0,350	0,166	0,279
CSS		1	0,053	0,653	0,747	0,437	0,194	0,476	0,247
RAV			1	0,057	0,117	0,071	0,182	0,216	0,157
SCF				1	0,500	0,773	0,221	0,457	0,336
SEC					1	0,329	0,280	0,418	0,276
TAreC						1	0,182	0,359	0,287
TAreP							1	0,136	0,190
TArgC								1	0,256
TArgP									1

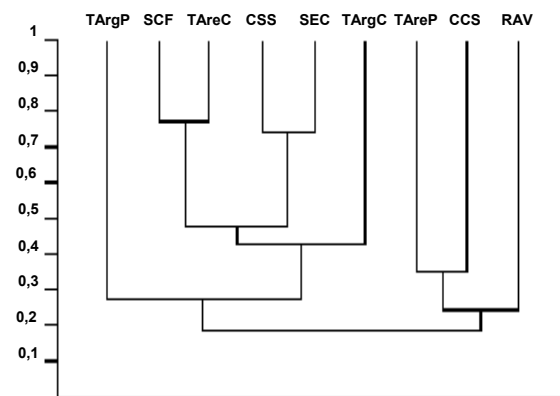


Figura 54. Índice de Similaridade de Morisita-Horn e análise de agrupamento entre as unidades de paisagem reconhecidas para a caatinga da região de Xingó, estados de Alagoas e Sergipe, Brasil: (A) Valores de similaridade par a par (maior e menor valores em destaque); (B) Dendrograma. Legenda das unidades de paisagem: CCS – *Canyon* encosta com solo; CSS – *Canyon* encosta sem solo; RAV – Ravina; SCF – Serra contraforte; SEC – Serra escarpa; TAreC – Tabuleiro arenoso ciliar; TAreP – Tabuleiro arenoso plano; TArgC – Tabuleiro argiloso ciliar; TArgP – Tabuleiro argiloso plano.

Tabela 5. Espécies e número de exemplares de Cerambycidae capturados entre os meses de março de 2000 e março de 2001 em caatinga da região de Xingó, estados de Alagoas e Sergipe, Brasil. Antecedendo o nome da espécie, entre parênteses, a classificação de PALMA (1975) para ocorrência e dominância. Legenda: Tratamento I – março/abril 2000; Tratamento II – maio/junho/julho 2000; Tratamento III – agosto/setembro 2000; Tratamento IV – outubro/novembro/dezembro 2000; Tratamento V – fevereiro/março 2001; R – rara; I – intermediária; C – comum.

Espécies	Tratamento	Tratamento	Tratamento	Tratamento	Tratamento	Total
	I	II	III	IV	V	
(I) <i>Acanthoderes (Psapharochrus) brunescens</i> Zajciw, 1963	0	1	0	2	3	6
(R) <i>Achryson maculatum</i> Burmeister, 1865	0	2	0	1	0	3
(I) <i>Achryson surinamun</i> (Linnaeus, 1767)	0	3	0	1	0	4
(R) <i>Adetus fuscoapicalis</i> Breuning, 1942	0	1	0	0	0	1
(R) <i>Adetus</i> sp.	0	1	0	0	0	1
(R) <i>Aleiphaquilon</i> sp.	0	1	0	0	0	1
(R) <i>Alienosternus cristatus</i> (Zajciw, 1970)	0	0	0	0	1	1
(R) <i>Ambonus distinctus</i> (Newman, 1840)	1	0	0	0	0	1
(C) <i>Ambonus interrogationis</i> (Blanchard, 1843)	2	0	3	2	3	10
(I) <i>Anelaphus souzai</i> (Zajciw, 1964)	0	0	0	3	0	3

Espécies	Tratamento	Tratamento	Tratamento	Tratamento	Tratamento	Total
	I	II	III	IV	V	
(R) <i>Antodice kyra</i> Martins & Galileo, 1998	0	1	0	0	0	1
(I) <i>Ataxia albisetosa</i> Breuning, 1940	1	2	0	0	0	3
(R) <i>Bebelis</i> sp.	1	0	0	0	0	1
(R) <i>Bisaltes (Bisaltes) strandi</i> Breuning, 1940	3	0	0	0	0	3
(I) <i>Cacostola nordestina</i> Martins & Galileo, 1999	1	6	0	0	0	7
(R) <i>Chrysoprasia aurigena</i> (Germar, 1824)	2	0	0	0	0	2
(R) <i>Cipriscola fasciata</i> (Thomson, 1860)	1	0	0	0	0	1
(R) <i>Coeloprocta singularis</i> Aurivillius, 1926	0	3	0	0	0	3
(R) <i>Compsibidion campestre</i> (Gounelle, 1909)	1	0	0	0	1	2
(R) <i>Compsibidion fairmairei</i> (Thomson, 1865)	1	0	0	0	0	1
(C) <i>Dorcacerus barbatus</i> (Olivier, 1790)	5	1	0	0	6	12
(R) <i>Dorcasta implicata</i> Melzer, 1934	1	0	0	0	0	1
(R) <i>Eburodacrys crassimana</i> Gounelle, 1909	1	0	0	0	0	1

Espécies	Tratamento	Tratamento	Tratamento	Tratamento	Tratamento	Total
	I	II	III	IV	V	
(R) <i>Engyum ludibriosum</i> Martins, 1970	1	1	0	0	0	2
(I) <i>Estola alternata</i> Breuning, 1940	1	3	0	1	1	6
(R) <i>Estola flavescens</i> Breuning, 1940	0	0	1	0	0	1
(R) <i>Gnomidolon elegantulum</i> Lameere, 1885	1	0	0	0	0	1
(R) <i>Grammopsis clavigera</i> (Bates, 1866)	1	0	0	0	0	1
(R) <i>Heterachthes sejunctus</i> Gounelle, 1909	1	0	0	0	0	1
(R) <i>Lepturges</i> sp.	1	0	0	0	0	1
(R) <i>Methia fischeri</i> Melzer, 1923	1	0	0	0	0	1
(R) <i>Methia longipennis</i> Martins, 1997	1	0	0	0	0	1
(R) <i>Mymasyngenes</i> sp.	0	0	1	0	0	1
(R) <i>Mionochroma vittatum electrinum</i> (Gounelle, 1911)	2	0	0	0	0	2
(I) <i>Nealcidion silvai</i> Monné & Delfino, 1986	0	3	0	0	0	3
(R) <i>Neocompsa</i> sp.	0	1	0	0	0	1
(C) <i>Nesozineus bucki</i> (Breuning, 1954)	13	1	1	0	1	16

Espécies	Tratamento	Tratamento	Tratamento	Tratamento	Tratamento	Total
	I	II	III	IV	V	
(R) <i>Nesozineus lineolatus</i> Galileo & Martins, 1996	1	0	0	0	0	1
(R) <i>Ocroeme recki</i> (Melzer, 1931)	1	0	0	0	0	1
(R) <i>Oncideres modesta</i> Dillon & Dillon, 1946	0	2	0	0	0	2
(I) <i>Oreodera aerumnosa</i> Erichson, 1847	1	5	0	0	0	6
(I) <i>Oreodera glauca</i> (Linnaeus, 1758)	1	2	0	0	0	3
(R) <i>Oreodera marinonii</i> Monné & Fragoso, 1988	1	2	0	0	0	3
(R) <i>Oreodera</i> sp.	0	1	0	0	0	1
(I) <i>Oxymerus aculeatus</i> Dupont, 1838	1	1	1	0	0	3
(R) <i>Piezocera araujosilvai</i> Melzer, 1935	0	2	0	0	0	2
(R) <i>Plocaederus confusus</i> Martins & Monné 2002	0	0	0	2	0	2
(R) <i>Pseudestola densepunctata</i> Breuning, 1940	2	0	0	0	0	2
(I) <i>Pseudomecas pickeli</i> (Melzer, 1930)	1	4	0	0	0	5

Espécies	Tratamento	Tratamento	Tratamento	Tratamento	Tratamento	Total
	I	II	III	IV	V	
(R) <i>Psygmatocerus wagleri</i> Perty, 1828	0	1	1	0	0	2
(R) <i>Pygmodeon andreae</i> (Germar, 1824)	1	0	1	0	0	2
(R) <i>Recchia abauna</i> Martins & Galileo, 1998	1	0	0	0	0	1
(R) <i>Rhaphiptera oculata</i> Gounelle, 1908	1	0	0	0	0	1
(R) <i>Rhopalophora</i> sp.	0	0	2	0	0	2
(R) <i>Stizocera</i> sp.	1	0	0	1	0	2
(C) <i>Temnopsis megacephala</i> (Germar, 1824)	6	1	4	0	1	12
(R) <i>Tropidozineus rotundicollis</i> (Bates, 1863)	0	1	0	0	0	1
(R) <i>Urgleptes</i> sp.	1	0	0	0	0	1
Total de exemplares	91	65	21	16	17	210
Total de espécies	42	32	11	10	8	
Espécies restritas	21	13	4	2	1	41

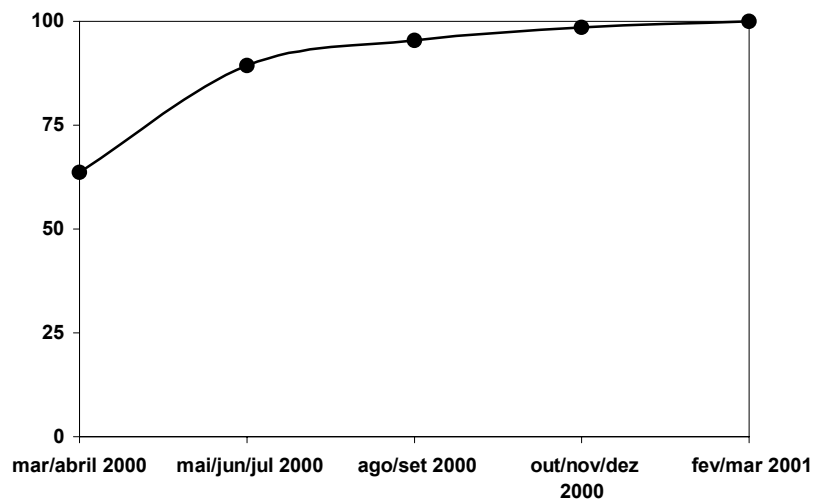


Figura 55. Riqueza cumulativa de Cerambycidae ao longo do período de coletas, em valores percentuais, na caatinga da região de Xingó, estados de Alagoas e Sergipe, Brasil.

9. Diversidade de Cerambycidae na Caatinga

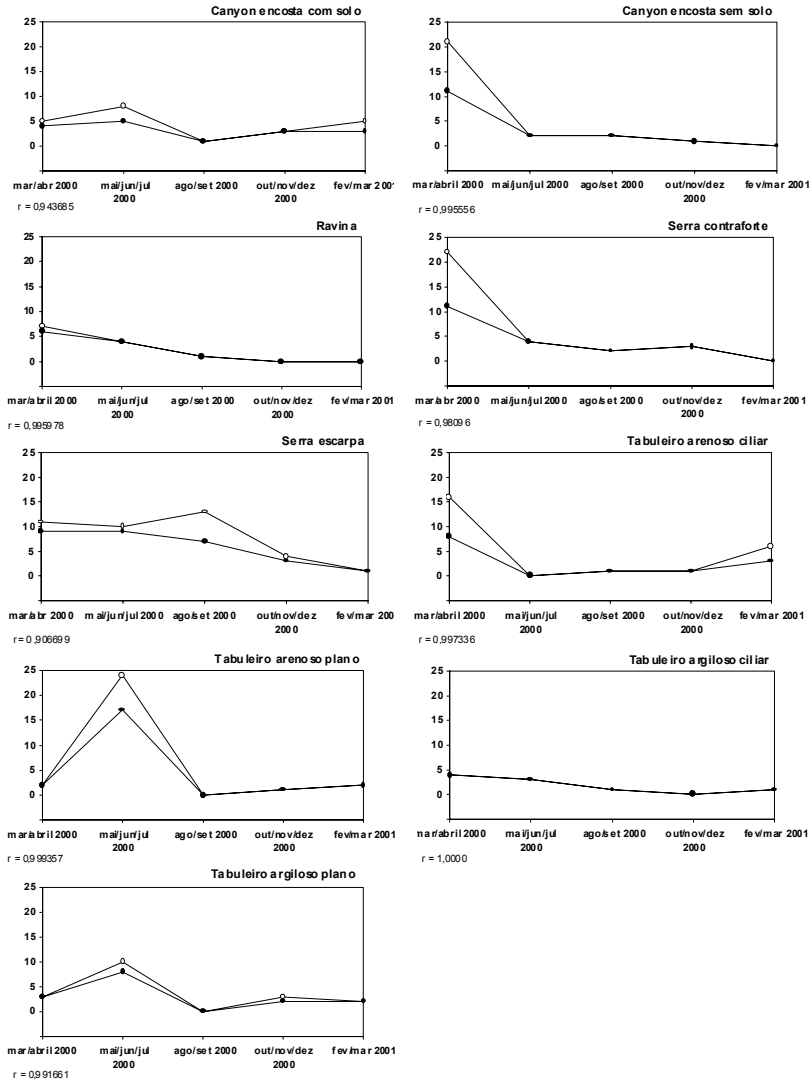


Figura 56. Número de exemplares (círculo branco) e espécies (círculo preto) de Cerambycidae, em valores absolutos, capturados em nove unidades de paisagem de Caatinga, em cinco amostras entre os meses de março de 2000 e março de 2001. r = coeficiente de correlação linear.

Tabela 6. Diversidade de Cerambycidae nas unidades de paisagem de caatinga reconhecidas para a região de Xingó, estados de Alagoas e Sergipe, Brasil. Ver legenda dos tratamentos na tabela 5.

Tratamentos	Número de indivíduos	Número de espécies	Índice de Shannon-Wiener	Índice de Simpson
Tratamento I	91	42	3,213	0,9301
Tratamento II	65	32	3,26	0,9538
Tratamento III	21	11	2,227	0,8753
Tratamento IV	16	10	2,22	0,8828
Tratamento V	17	8	1,813	0,7958

Tabela 7. Comparação da diversidade de Cerambycidae nos tratamentos, através da aplicação do exponencial do índice de Renyi (Ryan *et al.* 1995). Na primeira coluna, os tratamentos aos quais os demais são comparados. A coluna “>” indica os tratamentos menos diversos em relação à primeira coluna e a coluna “<” indica os tratamentos mais diversos em relação à primeira coluna. Ver legenda dos tratamentos na tabela 5.

	>	<
Tratamento I	Tratamento III; Tratamento IV; Tratamento V	
Tratamento II	Tratamento III; Tratamento IV; Tratamento V	
Tratamento III	Tratamento V	Tratamento I; Tratamento II
Tratamento IV	Tratamento V	Tratamento I; Tratamento II
Tratamento V		Tratamento I; Tratamento II; Tratamento III; Tratamento IV

famílias de Coleoptera capturadas com armadilha luminosa por Miyazaki & Dutra (1995) e com armadilhas Malaise por Dutra & Miyazaki (1995) e Marinoni & Dutra (1997), todos no Paraná; famílias de Coleoptera capturadas em Cerrado por Pinheiro *et al.* (1998); espécies de Ctenuchidae (Lepidoptera) capturadas com armadilha luminosa no Paraná por Marinoni & Dutra (1996); e

espécies de Pimplinae (Hymenoptera, Ichneumonidae) capturadas com armadilha Malaise em Minas Gerais, por Kumagai (2002).

Notadamente, as espécies que apresentaram distribuição mais ampla entre as unidades de paisagem, *A. interrogationis* e *L. nordestinus*, foram consideradas comuns pela classificação de Palma (1975, *apud* Abreu & Nogueira 1989). No presente estudo, a abundância das espécies de Cerambycidae foi um fator decisivo na sua distribuição, uma vez que a maioria apresentou um número pequeno de exemplares, restringindo a possibilidade de ocorrência em muitas unidades. Em amostras de comunidades, a maioria dos indivíduos pertence a um pequeno número de espécies abundantes e o restante das espécies é representado por um pequeno número de indivíduos (Hughes 1986). Em Cerrado, observou-se que as populações das comunidades animais tendem a se encontrar difusas entre a vegetação diversa em mosaico, resultando em uma baixa abundância por espécie (Pinheiro *et al.* 1998). Grande parte das espécies consideradas restritas no presente estudo foi geralmente representada por um único exemplar, raramente dois, impossibilitando assim afirmar sobre a predição dos cerambicídeos restritos nas unidades de paisagem. Pinheiro *et al.* (1998) sugerem que as espécies restritas se encontram associadas a recursos naturais escassos em seus habitats.

As características fisionômicas das unidades de paisagem estudadas na região da Caatinga permitem deduzir sobre os maiores valores de riqueza e abundância de espécies observados em serra escarpa. As serras são caracteristicamente terrenos situados na base das cadeias montanhosas, onde há grande incidência de ventos. Este fenômeno possivelmente propicia a concentração de animais com hábito de vôo ativo nestes locais, como é o caso dos cerambicídeos (I. R. Leal, comunicação pessoal).

A diversidade de Cerambycidae na área amostrada neste trabalho obedece a padrões semelhantes aos observados para espécies de plantas lenhosas (Capítulo 7 deste volume), famílias de Coleoptera (Capítulo 8) e espécies de Formicidae (Capítulo 10). No Capítulo 7, Silva *et al.* encontraram maior diversidade de espécies vegetais lenhosas em tabuleiro arenoso entre cinco unidades de paisagem estudadas, enquanto que em tabuleiro argiloso a diversidade foi a menor. Segundo Brown (1997) os insetos fitófagos são particularmente dependentes da estrutura física e composição florística dos seus habitats. As unidades de paisagem devem, desta forma, influenciar a diversidade dos cerambicídeos. Os valores dos índices de Shannon-Wiener (H') e Simpson ($1 - D$) encontrados para tabuleiro arenoso plano e tabuleiro argiloso ciliar suportam esta constatação.

A baixa similaridade entre as unidades de paisagem amostradas retrata faunas de Cerambycidae bastante particulares. Poucas espécies apresentaram distribuição abrangente, além de ter sido observado um número alto de táxons restritos. Pinheiro *et al.* (1998) constataram que três fisionomias distintas de cerrado apresentaram similaridades inferiores a 33% (índice de Sorensen) quanto à composição de famílias de Coleoptera. Comunidades de besouros devem apresentar relações íntimas com seus habitats sendo, portanto, facilmente influenciadas por variações fisionômicas locais.

Através da análise de agrupamento, é interessante notar que os núcleos formados fogem ao padrão esperado, pois não se verificou pareamento entre os *canyons*, tabuleiros ou serras. Apesar de se reconhecer características distintas em cada uma das nove unidades de paisagem, uma amostragem mais numerosa e representativa seria necessária para definir os agrupamentos com maior precisão. Trabalhos como o de Marinoni & Dutra (1996)

utilizam para as análises não só a composição entomofaunística das áreas amostradas, mas também as condições hidroclimáticas das mesmas, obtendo árvores de consenso que melhor retratam os agrupamentos.

A escassez de dados biológicos sobre a grande maioria das espécies coletadas dificulta inferir sobre seu comportamento sazonal na região da Caatinga. Para Wolda (1988) não é possível entender completamente os padrões de sazonalidade observados em regiões tropicais até que estudos detalhados e razoavelmente completos sobre a biologia de insetos se torne disponível. O período compreendido entre março e julho de 2000 inclui os tratamentos I e II, que apresentaram os maiores valores de abundância, riqueza e diversidade de Cerambycidae. Foi observado ao longo dos meses de coleta que este foi o período de maior precipitação na região, o que resultou em um desenvolvimento mais exuberante das partes verdes da vegetação local. Ao final do tratamento II, no mês de julho, um grande número de plantas lenhosas da região encontrava-se em época de floração, proporcionando uma maior oferta de alimento para espécies herbívoras nesta época. O número reduzido de exemplares coletados para a maioria das espécies pode haver restringido a sua ocorrência à algumas tratamentos. Para uma discussão mais detalhada sobre a sazonalidade dos cerambycídeos da Caatinga, dados hidroclimáticos precisos, não indicados no atual estudo, seriam necessários.

O aparecimento de novas espécies a partir do tratamento III foi gradualmente reduzido. A análise da curva de riqueza cumulativa (Figura 55) permite indicar que coletas posteriores possibilitariam a captura de outras espécies, embora brevemente fosse atingida uma riqueza próxima daquela passível de coleta a partir deste método amostral.

Os dados de captura de Cerambycidae na Caatinga são sensivelmente menores que os observados em trabalhos semelhantes em áreas de floresta, tanto em abundância quanto em diversidade (ver Dutra & Miyazaki 1994, Marinoni & Dutra 1997). No entanto, devem ser considerados expressivos para uma região de clima semi-árido, já que a Caatinga tem sido descrita como um ecossistema pobre de uma maneira geral, como destacado nos trabalhos de Vanzolini *et al.* (1980) com répteis, Rizzini (1997) com plantas e Fonseca *et al.* (2000) com mamíferos.

Diante do encontrado, considerou-se que as unidades de paisagem de caatinga foram preditoras da distribuição, abundância e riqueza dos cerambycídeos, ainda que o fato se baseie em amostragens relativamente pequenas.

Este trabalho oferece um importante registro da fauna de Cerambycidae na Caatinga, ainda pouco explorada em estudos desta natureza. Espera-se que os padrões de diversidade encontrados nas unidades de paisagem auxiliem na definição de áreas prioritárias para a conservação, uma vez melhor conhecida a biota da região.

Referências Bibliográficas

- ABREU, P. C. O. V. & C. R. NOGUEIRA. 1989. Spatial distribution of Siphonophora species at Rio de Janeiro coast, Brazil. *Ciência e Cultura* 41: 897-902.
- ANDRADE-LIMA, D. 1981. The caatingas dominium. *Revista Brasileira de Botânica* 4: 149-153.
- ARNETT, R.H. 1963. *The Beetles of the United States (A manual for identification)*. The Catholic University of America Press, Washington.

- BROWN, K. S. JR. 1997. Diversity, disturbance, and sustainable use Neotropical Forests: Insects as indicators for conservation monitoring. *Journal of Insect Conservation* 1: 25-42.
- CROWSON, R. A. 1981. *The Biology of the Coleoptera*. Academic Press, London.
- DIEFENBACH, L. M. G. & M. BECHER. 1992. Carabid Taxocenes of an Urban Park in Subtropical Brazil: II. Specific Diversity and Similarity (Insecta, Coleoptera, Carabidae). *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 27: 189-200.
- DUTRA, R. R. C. & R. D. MIYAZAKI. 1995. Famílias de Coleoptera capturadas com armadilha Malaise em duas localidades da Ilha do Mel, Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil. *Arquivos de Biologia e Tecnologia* 38: 175-190.
- EVANS, A. V., C. L. BELLAMY & L. C. WATSON. 2000. *An Inordinate Fondness For Beetles*. University of California Press, Berkeley.
- FONSECA, G. B., G. HERMANN & Y. L. R. LEITE. 2000. Macrogeography of Brazilian mammals. Pp.549-561 in: J. F. EISEMBERG & K.H. REDFORD (eds.). *Mammals of the neotropics, the central neotropics*. The University of Chicago Press, Chicago.
- HEYER, R. H. 1988. On frog distribution patterns east of the Andes. Pp. 245-273. in: P. E. VANZOLINI & R. H. HEYER (eds.) *Proceedings of a Workshop on Neotropical Distribution Patterns*. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro.
- HOSKING, G. P. 1979. Trap comparison in the capture of flying Coleoptera. *New Zealand Entomologist* 7: 87-92.
- HUGHES, R. G. 1986. Theories and models of species abundances. *American Naturalist* 128: 879-899.
- HUTCHESON, J. & D. JONES. 1999. Spatial variability of insect communities in a homogenous system: measuring biodiversity using Malaise trapped

- beetles in a *Pinus radiata* plantation in New Zealand. *Forest Ecology and Management* 118: 93-105.
- JÚLIO, C. E. A., J. A. GIORGI & M. A. MONNÉ. 2001. Os tipos primários de Cerambycidae (Coleoptera) da Coleção do Museu Nacional – Rio de Janeiro. *Publicações Avulsas do Museu Nacional* 84: 1-54.
- KREBS, C. J. 1989. *Ecological methodology*. Harper & Row Publishers, New York.
- KUMAGAI, A. F. 2002. Os Ichneumonidae (Hymenoptera) da Estação Ecológica da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, com ênfase nas espécies de Pimplinae. *Revista Brasileira de Entomologia* 46: 189-194.
- LAWRENCE, F. A., A. M. HASTING, M. J. DALLWITZ, T. A. PAINE & E. J. ZURCHER. 1999. *Beetles of the world. A key and information system for families and subfamilies*. Version 1.0 for MS-Windows. CSIRO Publishing, Melbourne.
- LIMA, A. M. C. 1955. *Insetos do Brasil, Coleópteros*, Vol. 9. Escola Nacional de Agronomia, Rio de Janeiro.
- LOUZADA, J. N. C. & F. S. LOPES. 1997. A comunidade de Scarabaeidae copronecrófagos (Coleoptera) de um fragmento de Mata Atlântica. *Revista Brasileira de Entomologia* 41: 117-121.
- MAGURRAN, A. E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey.
- MARINONI, R. C. & R. R. C. DUTRA. 1996. Levantamento da fauna entomológica do estado do Paraná. II Ctenuchidae (Lepidoptera). *Revista Brasileira de Zoologia* 13: 435-461.
- MARINONI, R. C. & R. R. C. DUTRA. 1997. Famílias de Coleoptera capturadas com armadilha Malaise em oito localidades do estado do Paraná, Brasil. Diversidades alfa e beta. *Revista Brasileira de Zoologia* 14: 751-770.

9. Diversidade de Cerambycidae na Caatinga

- MARINONI, R. C., N. G. GANHO, M. L. MONNÉ & J. R. M. MERMUDES. 2001. *Hábitos Alimentares em Coleoptera (Insecta)*. Holos Editora Ltda, Ribeirão Preto.
- MARTINS, U. R. 1997. *Cerambycidae sul-americanos (Coleoptera)*. Taxonomia, Vol. 1, Sociedade Brasileira de Entomologia, São Paulo.
- MATTHEWS, R. W. & MATTHEWS, J. R. 1969. Malaise Trap of Studies of Flying Insects in a New York Mesic Forest. I. Ordinal Composition and Seasonal Abundance. *New York Entomological Society* 78: 52-59.
- MIYAZAKI, R. D. & R. R. C. DUTRA. 1995. Famílias de Coleoptera capturadas com armadilha luminosa em oito localidades do Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 12: 321-332.
- MONNÉ, M. A. 2001a. Catalogue of the Neotropical Cerambycidae (Coleoptera) with known host plant – Part I: Subfamily Cerambycinae, tribes Achrysonini to Elaphidiini. *Publicações Avulsas do Museu Nacional* 88: 1-108.
- MONNÉ, M. A. 2001b. Catalogue of the Neotropical Cerambycidae (Coleoptera) with known host plant – Part II: Subfamily Cerambycinae, tribes Graciliini to Trachyderini. *Publicações Avulsas do Museu Nacional* 90: 1-119.
- MONNÉ, M. A. 2001c. Catalogue of the Neotropical Cerambycidae (Coleoptera) with known host plant – Part III: Subfamily Lamiinae, tribes Acanthocinini to Apomecynini. *Publicações Avulsas do Museu Nacional* 92: 1-94.
- MONNÉ, M. A. & F.T. HOVORE. 2001. *Checklist of the Cerambycidae and Disteniidae (Coleoptera) of the Western Hemisphere*. Electronic Version.
- PEARSON, D.L. 1994. Selecting indicator taxa for the quantitative assessment of biodiversity. *Philosophical Transactions of The Royal Society of London. Series B* 345: 75-79.

A. C. D. Maia et al.

- PINHEIRO, F.; I. R. DINIZ & K. KITAYAMA. 1998. Comunidade local de Coleoptera em cerrado: diversidade de espécies e tamanho do corpo. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 27: 543-550.
- RICHARDS, O. W. & R. G. DAVIES. 1994. *Imm's General Textbook of Entomology*, Vol. 2, 10th Edition. Chapman & Hall Ltd, London.
- RIZZINI, C. T. 1997. *Tratado de Fitogeografia do Brasil*, 2^a Edição. Editora Âmbito Cultura Ltda, Rio de Janeiro.
- RYAN, P. D., D. A. T. HARPER & J. S. WHALLEY, 1995. *PALSTAT, Statistics for Palaeontologists*. Chapman & Hall Ltd, London.
- SILVA, R. A. da. 2002. *Riqueza e diversidade de espécies vegetais lenhosas da caatinga na região de Xingó, Alagoas*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- SMITH, B. 1986. *Evaluation of different similarity indices applied to data from the Rothamsted insect survey*. MSc Thesis, University of New York.
- TABARELLI, M., J.M.C. SILVA, A. M. M. SANTOS & A. VICENTE. 2000. Análise de representatividade das unidades de conservação de uso direto e indireto na Caatinga: análise preliminar. Pp. 13 *in*: J.M.C. Silva & M. Tabarelli (coord.) *Workshop Avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade do bioma Caatinga*. Petrolina, Pernambuco. www.biodiversitas.org.br/caatinga.
- TOWNES, H. 1972. A light-weight Malaise trap. *Entomological News* 83: 239-247.
- VÄISÄNEN, R. & K. HELIÖVAARA. 1994. Hot-spots of insect diversity in northern Europe. *Annales Zoologici Fennici* 31: 71-81.
- VANZOLINI, P. E., A. M. N. RAMOS-COSTA & L. J. VITT. 1980. *Répteis das Caatingas*. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro.

9. *Diversidade de Cerambycidae na Caatinga*

- WOLDA, H. 1981. Similarity indices, sample size and diversity. *Oecologia* 50: 296-302.
- WOLDA, H. 1988. Insect Seasonality: Why? *Annual Review of Ecology and Systematics* 19: 1-18.
- YAMAMOTO, A. F. 1984. *Fauna urbana e rural de Ichneumonidae (Hymenoptera) da região de Curitiba, Paraná*. Tese de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Paraná.

A. C. D. Maia et al.

DIVERSIDADE DE FORMIGAS EM DIFERENTES UNIDADES DE PAISAGEM DA CAATINGA

Inara R. Leal

Introdução

Embora as espécies de formigas constituam somente 1,5% da fauna de insetos descrita, elas somam mais de 10% da biomassa total de animais de florestas tropicais, savanas, campos e outros habitats importantes do planeta (Agosti *et al.* 2000). Devido a essa marcante dominância numérica, as formigas ocupam um papel ecológico chave nos ecossistemas. Em primeiro lugar, elas são os principais organismos a tornar o Nitrogênio disponível para as plantas (Hölldobler & Wilson 1990). Como as plantas são a base de toda a cadeia alimentar, todos os demais organismos do sistema, de herbívoros a predadores de topo, são indiretamente influenciados pelas formigas.

As formigas também interagem diretamente com uma série de organismos, tanto como herbívoros e predadores quanto como mutualistas. As formigas cortadeiras (subfamília Myrmicinae, tribo Attini), por exemplo, são os principais herbívoros da região Neotropical, chegando a remover de 12 a 16% da produção primária de folhas de uma floresta (Wirth *et al.* 1997). A sua atividade pode influenciar desde o sucesso reprodutivo de um indivíduo isoladamente (Wirth *et al.* 2002), como até modificar a

ciclagem de nutrientes (Haines 1975, Farji-Brener & Silva 1995) e a disponibilidade de luz na floresta (Wirth *et al.* 2002), afetando todo o ecossistema. No entanto, apesar da conspicuidade das formigas cortadeiras, a maioria das espécies de formiga é predadora e o seu papel estruturador de comunidades de artrópodes tem sido destacado em vários estudos (*e.g.*, Carroll & Janzen 1973, Jeanne 1979, Wilson 1987, Hölldobler & Wilson 1990). Além disso, quando forrageando na vegetação, as formigas podem diminuir as taxas de herbivoria e aumentar do sucesso reprodutivo das plantas (Oliveira *et al.* 1999, Falcão 2001). Por isso existem tantos exemplos de interações mutualísticas entre plantas e formigas em que as plantas oferecem casa (domáceas) e/ou comida (néctar extra-floral, corpos gordurosos) às formigas em troca da sua atividade defensiva (ver revisão em Beattie 1985). Por fim, as formigas também atuam como dispersores de sementes de espécies de plantas de floresta (Oliveira *et al.* 1995, Pizo & Oliveira 1998), cerrado (Leal & Oliveira 1998, 2000) e caatinga (ver Capítulo 14 deste volume), modificando a deposição de sementes gerada pelos dispersores primários e influenciando a distribuição espacial das populações de plantas.

Os estudos de conservação têm enfatizado principalmente o papel de vertebrados, especialmente aves e mamíferos, na dinâmica das comunidades. Recentemente, entretanto, a fauna de invertebrados tem sido ressaltada como de fundamental importância para os processos que estruturam ecossistemas terrestres, especialmente nos trópicos (Wilson 1987). Como as formigas são fáceis de se amostrar, de identificação possível e sua diversidade tem sido correlacionada com o clima (Benson & Harada 1988), complexidade da vegetação (Leal & Lopes 1992, Majer *et al.* 1997, Leal 2002), disponibilidade de recursos (Levings & Franks 1982, Levings 1983), grau de perturbação (Leal *et al.* 1993, Andersen 1995, Vasconcelos 1998) e interações interespecíficas (Greenslade

1971, Davidson 1977), estes organismos podem ser considerados um dos melhores grupos de invertebrados para avaliação e monitoramento ambiental (Morais & Benson 1988, Andersen 1995, 1997, Brown 1997, Agosti *et al.* 2000).

O objetivo deste estudo foi conhecer as formigas da Caatinga, uma vez que não existem levantamentos sistematizados da fauna deste ambiente. Além disso, para melhor descrever os padrões encontrados, foram testadas três hipóteses:

- 1) A diversidade de formigas é relacionada com complexidade da vegetação.
- 2) A fauna de formigas pode ser classificada de acordo com as unidades de paisagem reconhecidas para a caatinga da região de Xingó, no vale do rio São Francisco, estados de Alagoas e Sergipe.
- 3) Unidades de paisagem com relevo plano e solos mais profundos apresentam maior diversidade de formigas que unidades mais acidentadas e erodidas.

Material e métodos

Este estudo foi realizado entre março de 1999 e dezembro de 2000 em diferentes áreas de caatinga nos municípios de Olho D'água do Casado, Piranhas e Delmiro Gouveia no Estado de Alagoas e Canindé do São Francisco no Estado de Sergipe. As áreas estudadas são próximas à Usina Hidroelétrica de Xingó, pertencente à Companhia Hidroelétrica do São Francisco (CHESF), e estão localizadas dentro de reservas da CHESF ou em propriedades particulares.

Atualmente, a técnica mais recomendada para se coletar formigas e avaliar as mudanças na composição da mirmecofauna

devido à perturbações no ambiente é o protocolo ALL (ants from leaf litter, Agosti *et al.* 2000). No entanto, este método não é adequado para a catinga devido à ausência de folhiço quase constante ao longo do ano. Sendo assim, optou-se por utilizar iscas de sardinha, que atrai a maioria das subfamílias, tribos e gêneros de formigas, com exceção de formigas de correição (subfamília Ecitoninae) e formigas cortadeiras (Lopes & Leal 1991, Leal & Lopes 1992, Leal *et al.* 1993, Leal 2002). Cada isca foi composta por uma colher de café de sardinha moída colocada sobre um quadrado de cartolina branca de 15 x 10 cm. Assim, em cada área foram colocadas 10 iscas, diretamente sobre o solo e espaçadas por 10 m para manter descobertas independentes pelas diferentes colônias de formigas (Lopes & Leal 1991, Leal & Lopes 1992, Leal *et al.* 1993, Leal 2002). As iscas foram deixadas no solo por uma hora. Após este tempo, todas as formigas atraídas foram coletadas, acondicionadas em frascos com álcool 70% GL (um para cada isca) e levadas para o Laboratório de Ecologia Vegetal da UFPE. Lá as formigas levaram um banho de acetona para remover o óleo da sardinha, foram montadas em triângulos de papel em alfinete entomológico, identificadas ao nível genérico com as chaves de Hölldobler & Wilson (1990) e Bolton (1994) e guardadas em caixas entomológicas com naftalina para uma melhor preservação. Quando possível, os gêneros foram identificados ao nível específico. Quando não, os espécimes foram separados em morfoespécies. As formigas estão depositadas na coleção da autora, no Laboratório de Ecologia Vegetal da UFPE.

Para comparar a diversidade de formigas nas diferentes áreas amostradas, primeiro foi calculada a riqueza de espécies. No entanto, como a riqueza não considera a abundância das espécies na comunidade e, então, não expressa a dominância entre elas, calculou-se também o índice de diversidade de Shannon-Wiener, que leva em conta tanto o número de espécies quanto a

equilíbrio entre elas (Krebs 1989). Foi utilizada a frequência ao invés da abundância para o cálculo do índice de diversidade porque algumas espécies de formigas têm sistemas de recrutamento mais eficientes que outras e seriam, assim, superestimadas (Lopes & Leal 1991, Leal & Lopes 1992, Leal *et al.* 1993, Leal 2002).

As formigas foram coletadas dentro de 70 parcelas de 0,1 ha onde todas as espécies de plantas foram identificadas e tiveram sua altura e perímetro a altura do peito (PAP) estimados (para detalhes sobre as espécies de plantas ver Capítulo 7 deste volume). Como a principal força que estrutura as comunidades de formigas é a competição por sítios para nidificação (Hölldobler & Wilson 1990), a diversidade de espécies de formigas em uma área é frequentemente positivamente correlacionada com a complexidade estrutural do meio (*e.g.*, Leal 2002). Para verificar tal predição, a riqueza de formigas e os valores do índice de diversidade de Shannon-Wiener foram relacionados, através de correlação de Pearson (Zar 1996), com a densidade de indivíduos e a riqueza de espécies de planta em cada parcela, bem como com a altura e o PAP médios. Estes parâmetros foram utilizados como indicadores da complexidade da vegetação.

As parcelas foram agrupadas em cinco unidades de paisagem: (1) tabuleiro argiloso, (2) tabuleiro arenoso, (3) *canyon*, (4) ravina e (5) serra (Tabela 1, Figura 1) (ver detalhes sobre estas paisagens no Capítulo 7). Essa classificação foi proposta numa tentativa de verificar se existem padrões na diversidade de diferentes grupos de organismos de acordo com unidades de paisagens da Caatinga. Assim, foi verificado se a riqueza e a diversidade de formigas varia de acordo com essas unidades de paisagens e quais delas apresentam os valores mais altos para estes parâmetros através de análise de variância seguida de Tukey (Zar 1996). Foi utilizado o teste Kolmogorov-Smirnov (Lilliefors) para testar a normalidade

dos dados (Zar 1996). Todas as análises foram feitas com o uso do programa Systat 6.0 (Wilkinson 1996).

Resultados

Fauna de formigas da Caatinga

Foram encontradas 61 espécies de formigas nas 70 áreas amostradas (Tabela 2). As espécies foram distribuídas em cinco subfamílias, das quais Myrmicinae foi a mais diversificada, com mais de 50% das espécies coletadas (32 espécies). Em seguida veio Formicinae (com 11 espécies), Dolichoderinae (nove espécies), Pseudomyrmecinae (cinco espécies) e Ponerinae (quatro espécies) (Tabela 2).

Quanto aos gêneros amostrados, *Pheidole*, *Solenopsis* e *Camponotus* foram os mais prevalentes (Figura 2). Foram os gêneros mais diversificados (10, nove e oito espécies) e apresentam comportamentos de forrageamento muito conspícuos. Em *Pheidole* muitas espécies diferentes compartilharam as iscas, utilizando o recurso de forma diferente. *Solenopsis* foi o gênero mais agressivo, monopolizando uma isca e comumente impedindo o acesso de forrageadoras de outras espécies. Quanto a *Camponotus*, suas operárias foram as primeiras a encontrar as iscas, embora muitas vezes tenham sido substituídas por forrageadoras de outras espécies de formiga.

A maioria das espécies coletadas constrói seus ninhos no solo (Figura 3). No entanto, foram coletados representantes típicos da fauna arborícola como as Pseudomyrmecinae, com exceção de *P. termitarius* que faz ninho no solo, além das formigas da tribo Cephalotini e dos gêneros *Crematogaster* e *Linepithema* (Figura 3). Quanto aos hábitos alimentares, a grande maioria das formigas

Tabela 1. Localidade, coordenadas e classificação conforme as unidades de paisagem das 70 áreas de caatinga onde a fauna de formigas foi amostrada, região de Xingó, estados de Alagoas e Sergipe, Brasil.

Código	Localidade	Cidade	Unidade de paisagem	Coordenadas
A1/P1	Fazenda Santa Maria	Olho D'água do Casado – AL	Tabuleiro Argiloso	09°33'42''S, 37°48'34''W
A2/P1	Fazenda Picos	Olho D'água do Casado – AL	Tabuleiro Argiloso	09°29'25''S, 37°45'41''W
A3/P1	Fazenda Miramar	Canindé do São Francisco-SE	Tabuleiro Argiloso	09°33'30''S, 37°49'21''W
A3/P2	Fazenda Miramar	Canindé do São Francisco-SE	<i>Canyon</i>	09°36'19''S, 37°49'17''W
A4/P1	Reserva Chesf	Canindé do São Francisco-SE	<i>Canyon</i>	09°37'56''S, 37°45'36''W
A4/P2	Reserva Chesf	Canindé do São Francisco-SE	<i>Canyon</i>	09°37'49''S, 37°45'27''W
A4/P3	Reserva Chesf	Canindé do São Francisco-SE	Ravina	09°38'02''S, 37°45'50''W
A5/P1	Fazenda Baixa Verde	Canindé do São Francisco-SE	Tabuleiro Arenoso	09°41'23''S, 37°58'54''W
A5/P2	Fazenda Baixa Verde	Canindé do São Francisco-SE	Tabuleiro Arenoso	09°41'19''S, 37°58'88''W
A6/P1	Fazenda Jaburú	Canindé do São Francisco-SE	Tabuleiro Arenoso	09°41'01''S, 37°58'01''W
A6/P2	Fazenda Jaburú	Canindé do São Francisco-SE	Tabuleiro Arenoso	09°38'56''S, 37°58'07''W
A6/P3	Fazenda Jaburú	Canindé do São Francisco-SE	Tabuleiro Arenoso	09°39'10''S, 37°57'90''W
A6/P4	Fazenda Jaburú	Canindé do São Francisco-SE	Tabuleiro Arenoso	09°38'87''S, 37°57'78''W
A7/P1	Fazenda Lagoa do Serrote	Canindé do São Francisco-SE	Tabuleiro Argiloso	09°38'35''S, 37°58'62''W
A7/P2	Fazenda Lagoa do Serrote	Canindé do São Francisco-SE	Serra	09°38'43''S, 37°58'30''W
A7/P3	Fazenda Lagoa do Serrote	Canindé do São Francisco-SE	Serra	09°38'50''S, 37°58'34''W
A8/P1	Fazenda Lagoa do Frio	Canindé do São Francisco-SE	Serra	09°41'29''S, 37°58'31''W
A9/P1	Fazenda Lagoa Grande	Canindé do São Francisco-SE	Tabuleiro Arenoso	09°33'29''S, 37°53'19''W
A9/P2	Fazenda Lagoa Grande	Canindé do São Francisco-SE	Tabuleiro Argiloso	09°33'18''S, 37°53'75''W
A9/P3	Fazenda Lagoa Grande	Canindé do São Francisco-SE	Tabuleiro Arenoso	09°33'18''S, 37°53'75''W
A10/P1	Fazenda Esplanada	Canindé do São Francisco-SE	Serra	09°38'44''S, 37°51'98''W
A10/P2	Fazenda Esplanada	Canindé do São Francisco-SE	Serra	09°38'23''S, 37°52'00''W

Código	Localidade	Cidade	Unidade de paisagem	Coordenadas
A11/P1	Fazenda Porto Belo	Canindé do São Francisco-SE	<i>Canyon</i>	09°35'17''S, 37°51'99''W
A11/P2	Fazenda Porto Belo	Canindé do São Francisco-SE	Serra	09°35'37''S, 37°52'21''W
A11/P3	Fazenda Porto Belo	Canindé do São Francisco-SE	Serra	09°35'36''S, 37°52'06''W
A12/P1	Fazenda Brejo	Canindé do São Francisco-SE	Tabuleiro Arenoso	09°43'14''S, 37°59'14''W
A12/P2	Fazenda Brejo	Canindé do São Francisco-SE	Tabuleiro Arenoso	09°43'01''S, 37°58'96''W
A12/P3	Fazenda Brejo	Canindé do São Francisco-SE	Tabuleiro Arenoso	09°44'24''S, 37°58'67''W
A12/P4	Fazenda Brejo	Canindé do São Francisco-SE	Tabuleiro Arenoso	09°43'33''S, 37°58'99''W
A12/P5	Fazenda Brejo	Canindé do São Francisco-SE	Tabuleiro Arenoso	09°43'63''S, 37°58'97''W
A13/P1	Fazenda Curralinho	Piranhas – AL	Tabuleiro Argiloso	09°32'92''S, 37°49'79''W
A13/P2	Fazenda Curralinho	Piranhas – AL	Tabuleiro Argiloso	09°33'05''S, 37°49'93''W
A13/P3	Fazenda Curralinho	Piranhas – AL	Tabuleiro Argiloso	09°32'86''S, 37°48'74''W
A14/P1	Reserva Chesf	Canindé do São Francisco-SE	Serra	09°37'56''S, 37°50'23''W
A14/P2	Reserva Chesf	Canindé do São Francisco-SE	Serra	09°37'62''S, 37°50'15''W
A15/P1	Fazenda Baixa da Légua	Piranhas - AL	Tabuleiro Argiloso	09°33'72''S, 37°40'98''W
A15/P2	Fazenda Baixa da Légua	Piranhas - AL	Tabuleiro Argiloso	09°33'79''S, 37°40'69''W
A15/P3	Fazenda Baixa da Légua	Piranhas - AL	Serra	09°34'04''S, 37°40'44''W
A15/P4	Fazenda Baixa da Légua	Piranhas - AL	Serra	09°33'35''S, 37°41'53''W
A15/P5	Fazenda Baixa da Légua	Piranhas - AL	Tabuleiro Argiloso	09°34'46''S, 37°41'28''W
A15/P6	Fazenda Baixa da Légua	Piranhas - AL	Tabuleiro Argiloso	09°31'67''S, 37°41'49''W
A16/P1	Reserva Chesf	Piranhas - AL	Ravina	09°33'23''S, 37°46'31''W
A16/P2	Reserva Chesf	Piranhas - AL	Ravina	09°33'48''S, 37°46'55''W
A17/P1	Reserva Chesf	Piranhas - AL	<i>Canyon</i>	09°33'77''S, 37°46'71''W
A18/P1	Fazenda Mecejania	Piranhas - AL	Tabuleiro Argiloso	09°35'97''S, 37°47'46''W
A18/P2	Fazenda Mecejania	Piranhas - AL	<i>Canyon</i>	09°36'72''S, 37°47'93''W
A18/P3	Fazenda Mecejania	Piranhas - AL	Tabuleiro Argiloso	09°36'04''S, 37°47'55''W

Código	Localidade	Cidade	Unidade de paisagem	Coordenadas
A19/P1	Fazenda Capelinha	Piranhas - AL	Tabuleiro Argiloso	09°31'80''S, 37°49'83''W
A19/P2	Fazenda Capelinha	Piranhas - AL	Serra	09°31'73''S, 37°49'95''W
A19/P3	Fazenda Capelinha	Piranhas - AL	Serra	09°31'92''S, 37°49'93''W
A19/P4	Fazenda Capelinha	Piranhas - AL	Tabuleiro Arenoso	09°32'39''S, 37°50'20''S
A19/P5	Fazenda Capelinha	Piranhas - AL	Serra	09°31'66''S, 37°49'84''W
A20/P1	Fazenda Vera Cruz	Piranhas - AL	Serra	09°34'49''S, 37°49'73''W
A20/P2	Fazenda Vera Cruz	Piranhas - AL	<i>Canyon</i>	09°34'49''S, 37°49'79''W
A20/P3	Fazenda Vera Cruz	Piranhas - AL	Tabuleiro Argiloso	09°33'79''S, 37°49'41''W
A20/P4	Fazenda Vera Cruz	Piranhas - AL	Ravina	09°34'36''S, 37°49'44''W
A21/P1	Fazenda São José	Olho D'água do Casado - AL	Ravina	09°31'45''S, 37°54'63''W
A21/P2	Fazenda São José	Olho D'água do Casado - AL	<i>Canyon</i>	09°31'35''S, 37°54'57''W
A21/P3	Fazenda São José	Olho D'água do Casado - AL	Tabuleiro Argiloso	09°31'18''S, 37°54'51''W
A21/P4	Fazenda São José	Olho D'água do Casado - AL	<i>Canyon</i>	09°31'45''S, 37°53'58''W
A22/P1	Fazenda Xingó	Delmiro Gouveia - AL	<i>Canyon</i>	09°29'04''S, 38°00'00''W
A22/P2	Fazenda Xingó	Delmiro Gouveia - AL	<i>Canyon</i>	09°29'96''S, 37°59'71''W
A23/P1	Reserva Chesf	Piranhas - AL	<i>Canyon</i>	09°34'57''S, 37°43'59''W
A24/P1	Fazenda Cana Brava	Canindé do São Francisco - SE	Tabuleiro Arenoso	09°34'35''S, 37°59'13''W
A24/P2	Fazenda Cana Brava	Canindé do São Francisco - SE	Tabuleiro Arenoso	09°33'58''S, 37°58'59''W
A25/P1	Fazenda Poço Verde	Canindé do São Francisco - SE	Serra	09°33'20''S, 37°55'58''W
A25/P2	Fazenda Poço Verde	Canindé do São Francisco - SE	Serra	09°33'26''S, 37°56'12''W
A25/P3	Fazenda Poço Verde	Canindé do São Francisco - SE	Ravina	09°33'12''S, 37°56'21''W
A25/P4	Fazenda Poço Verde	Canindé do São Francisco - SE	<i>Canyon</i>	09°31'12''S, 37°56'02''W
A25/P5	Fazenda Poço Verde	Canindé do São Francisco - SE	Serra	09°33'16''S, 37°55'57''W

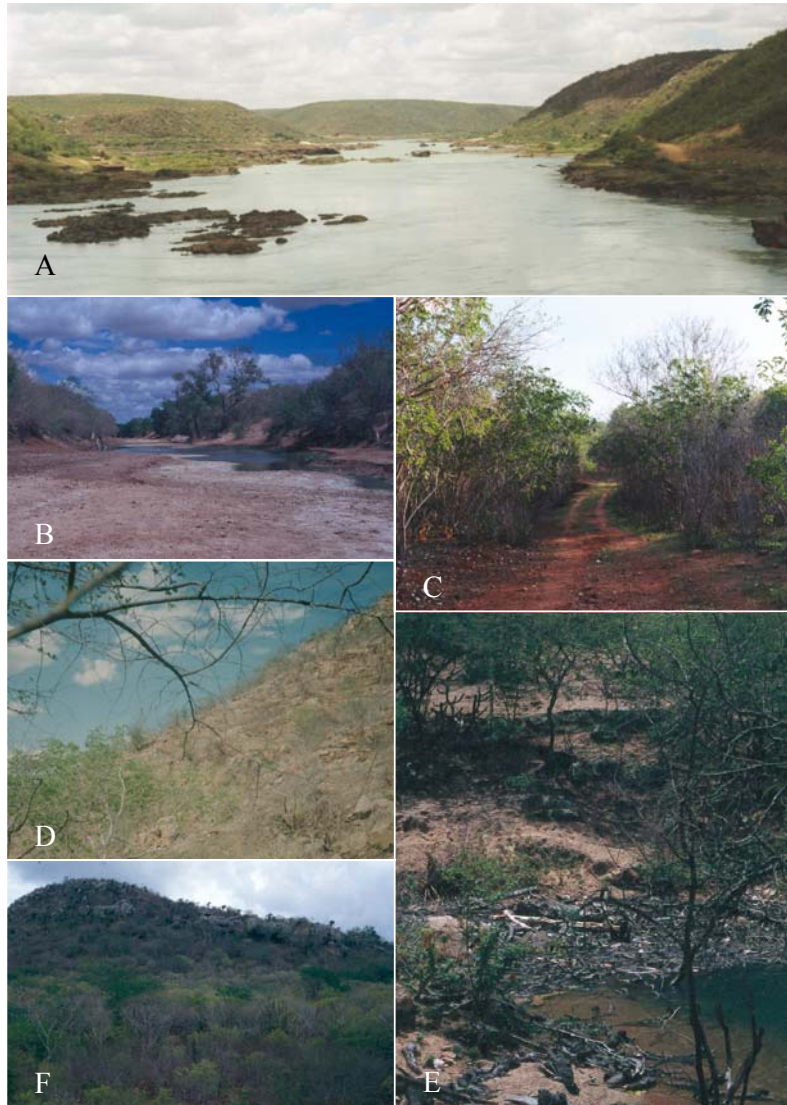


Figura 1. Unidades de paisagem reconhecidas para a caatinga da região de Xingó, estados de Alagoas e Sergipe, Brasil. (A) Vista geral do rio São Francisco, (B) Tabuleiro arenoso, (C) Tabuleiro argiloso, (D) *Canyon*, (E) Ravina e (F) Serra.

Tabela 2. Espécies de formigas amostradas através de iscas de sardinha nas 70 áreas de caatinga estudadas na região de Xingó, estados de Alagoas e Sergipe, Brasil.

Subfamília	Espécie	
Dolichoderinae	<i>Dorymyrmex</i> sp. 1	
	<i>Dorymyrmex</i> sp. 2	
	<i>Dorymyrmex</i> sp. 3	
	<i>Linepithema</i> sp. 1	
	<i>Linepithema</i> sp. 2	
	<i>Linepithema</i> sp. 3	
	<i>Tapinoma melanocephalum</i>	
	<i>Tapinoma</i> sp. 1	
	<i>Tapinoma</i> sp. 2	
	Formicinae	<i>Brachymyrmex</i> sp. 1
<i>Brachymyrmex</i> sp. 2		
<i>Brachymyrmex</i> sp. 3		
<i>Camponotus pallecens</i>		
<i>Camponotus</i> sp. 1		
<i>Camponotus</i> sp. 2		
<i>Camponotus</i> sp. 3		
<i>Camponotus</i> sp. 4		
<i>Camponotus</i> sp. 5		
<i>Camponotus</i> sp. 6		
<i>Camponotus</i> sp. 7		
Myrmicinae		<i>Acromyrmex</i> sp. 1
		<i>Acromyrmex</i> sp. 2
	<i>Atta laevigata</i>	
	<i>Cephalotes</i> sp. 1	
	<i>Cephalotes</i> sp. 2	
	<i>Cephalotes</i> sp. 3	
	<i>Cephalotes</i> sp. 4	
	<i>Crematogaster</i> sp. 1	
	<i>Crematogaster</i> sp. 2	
	<i>Crematogaster</i> sp. 3	
	<i>Cyphomyrmex</i> gr. <i>rimosus</i>	
	<i>Pheidole</i> sp. 1	
	<i>Pheidole</i> sp. 2	
	<i>Pheidole</i> sp. 3	
	<i>Pheidole</i> sp. 4	
<i>Pheidole</i> sp. 5		

Subfamília	Espécie
	<i>Pheidole</i> sp. 6
	<i>Pheidole</i> sp. 7
	<i>Pheidole</i> sp. 8
	<i>Pheidole</i> sp. 9
	<i>Pheidole</i> sp. 10
	<i>Solenopsis</i> sp. 1
	<i>Solenopsis</i> sp. 2
	<i>Solenopsis</i> sp. 3
	<i>Solenopsis</i> sp. 4
	<i>Solenopsis</i> sp. 5
	<i>Solenopsis</i> sp. 6
	<i>Solenopsis</i> sp. 7
	<i>Solenopsis</i> sp. 8
	<i>Solenopsis</i> sp. 9
	<i>Trachymyrmex</i> sp. 1
	<i>Trachymyrmex</i> sp. 2
Ponerinae	<i>Dinoponera mutica</i>
	<i>Ectatomma muticum</i>
	<i>Gnamptogenys</i> sp.
	<i>Odontomachus</i> sp.
Pseudomyrmecinae	<i>Pseudomyrmex termitarius</i>
	<i>Pseudomyrmex</i> sp. 1
	<i>Pseudomyrmex</i> sp. 2
	<i>Pseudomyrmex</i> sp. 3
	<i>Pseudomyrmex</i> sp. 4
Total	61

coletadas é generalista (Figura 4). Somente as cinco espécies de Pseudomyrmecinae e as quatro de Ponerinae são predadoras e as seis representantes da tribo Attini são fungívoras (Figura 4).

Diversidade de formigas vs. complexidade da vegetação

A diversidade de formigas foi relacionada com a complexidade da vegetação. Tanto a riqueza de espécies quanto os valores do índice de diversidade foram maiores em áreas com maiores densidade e riqueza de plantas (Tabela 3). Por outro lado, não houve relação entre os parâmetros de diversidade de formigas e altura e PAP médios das plantas nas parcelas (Tabela 3).

Diversidade das formigas vs. unidade de paisagem

A fauna de formigas foi diferente nas cinco unidades de paisagem reconhecidas para a caatinga da região de Xingó (Figuras 5 e 6). Áreas de tabuleiros, com relevo plano e solos mais profundos, foram mais diversificadas que áreas bastante acidentadas, com solo muito raso ou, como em muitos casos, com a rocha-mãe exposta, como *canyon*, serra e ravina. A diferença foi significativa tanto analisando a riqueza de espécies de formiga (Figura 5, Anova, $F = 33,239$, $p < 0,001$) quanto analisando a diversidade (Figura 6, Anova, $F = 25,877$, $p < 0,001$).

Discussão

Este foi o primeiro estudo a investigar a fauna de formigas da Caatinga de uma forma sistematizada. De modo geral, a mirmecofauna amostrada foi composta pelas principais subfamílias e gêneros encontradas em outros ecossistemas do Brasil, como Floresta Amazônica (Benson & Harada 1988), Floresta Atlântica (Lopes & Leal 1991, Leal & Lopes 1992, Leal *et al.* 1993, Silva & Lopes 1997), Cerrado (Fowler 1988, Morais & Benson 1988, Silva 1999), Pantanal (Correa 2002,) restingas (Bonnet & Lopes 1993) e manguezais (Lopes & Santos 1996).

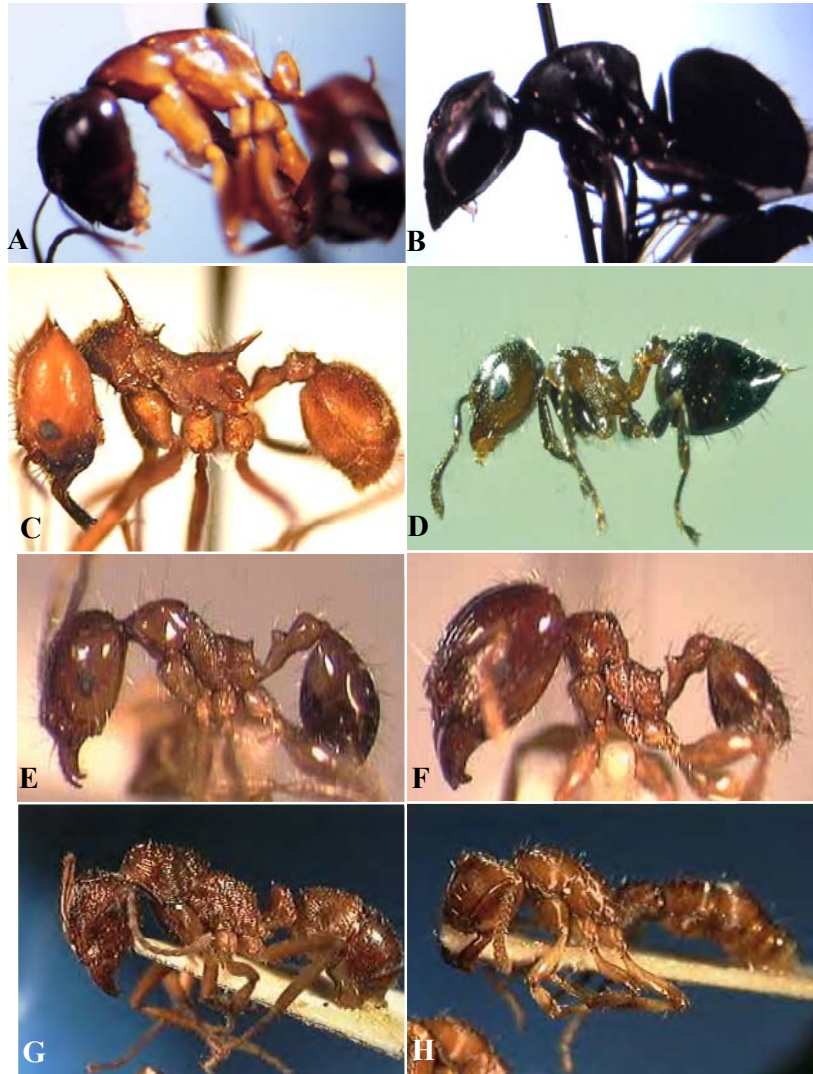


Figura 2. Formigas das subfamílias e gêneros mais comuns da Caatinga. Subfamília Formicinae: *Camponotus* (A e B); subfamília Myrmicinae: *Atta* (C), *Crematogaster* (D), *Pheidole* operária (E) e *Pheidole* soldado (F); subfamília Ponerinae: *Ectatomma* (G) e *Gnaptogenys* (H).

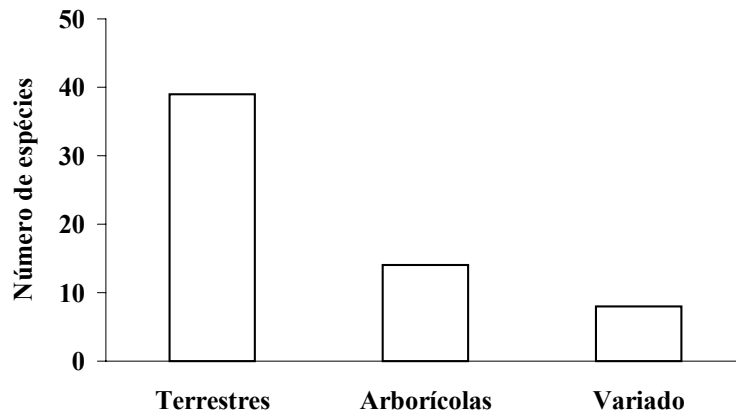


Figura 3. Padrão de nidificação das espécies de formigas coletadas na caatinga da região de Xingó, estados de Alagoas e Sergipe, Brasil (cf. Hölldobler & Wilson 1990, Agosti *et al.* 2000).

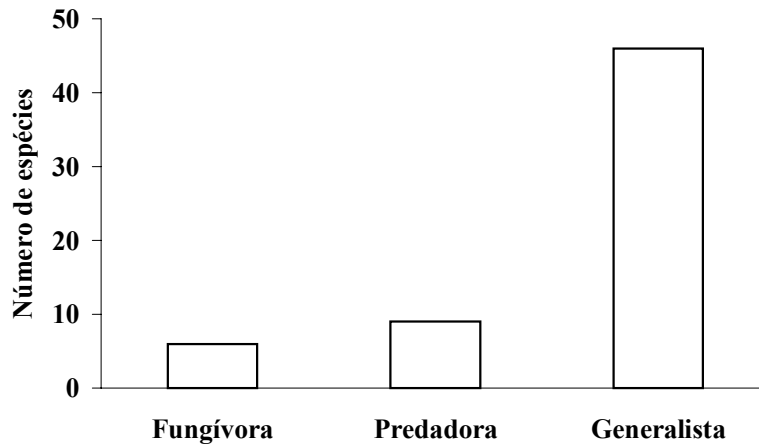


Figura 4. Hábitos alimentares das espécies de formigas coletadas na caatinga da região de Xingó, estados de Alagoas e Sergipe, Brasil (cf. Hölldobler & Wilson 1990, Agosti *et al.* 2000).

Tabela 3. Coeficiente de correlação de Pearson entre os parâmetros de diversidade de formigas e de complexidade da vegetação nas 70 áreas de caatinga estudadas na região de Xingó, estados de Alagoas e Sergipe, Brasil. Os valores em negrito são significativos com $p < 0,005$.

	Riqueza F ^a	Diversidade ^b	Densidade ^c	Riqueza P ^d	Altura ^e	Perímetro ^f
Riqueza F^a	1,00					
Diversidade^b	0,934	1,00				
Densidade^c	0,219	0,247	1,00			
Riqueza P^d	0,309	0,266	0,281	1,00		
Altura^e	0,089	0,155	0,894	0,266	1,00	
Perímetro^f	0,042	0,003	0,090	0,211	0,761	1,00

^a Número de espécies de formiga; ^b Índice de diversidade de Shannon-Wiener; ^c Número de indivíduos de planta na parcela; ^d Número de espécies de planta na parcela; ^e Altura média dos indivíduos de planta na parcela (m); ^f Perímetro a altura do peito dos indivíduos de planta na parcela (m).

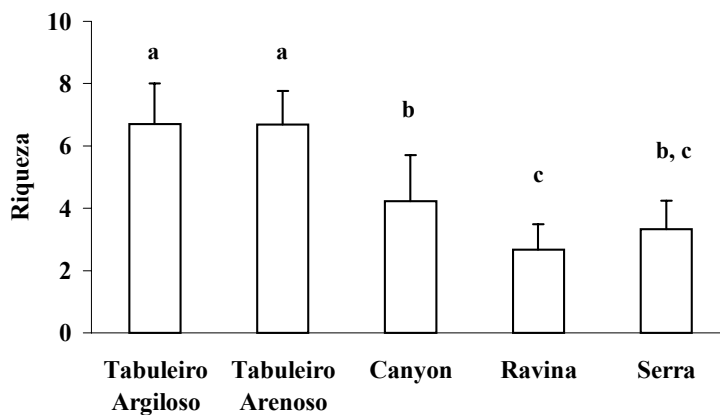


Figura 5. Riqueza de espécies (média + desvio-padrão) de formigas nas unidades de paisagem identificadas para a caatinga da região de Xingó, estados de Alagoas e Sergipe. Letras diferentes em cima das barras significam médias diferentes com $p < 0,05$ conforme Análise de Variância de um fator seguida de Tukey.

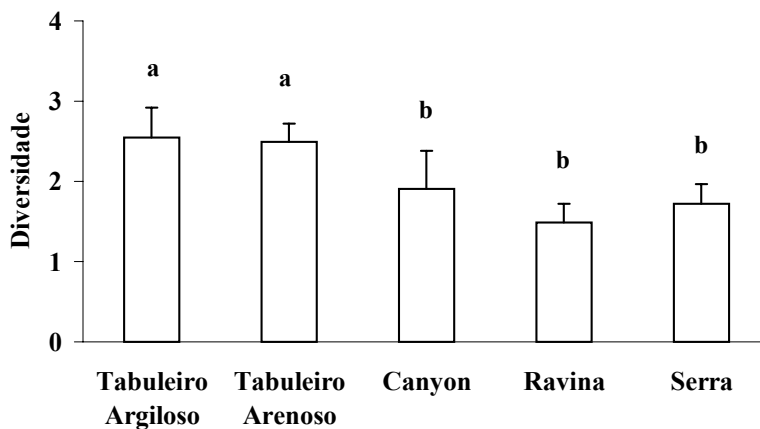


Figura 6. Índice de diversidade de Shannon- Wiener (média + desvio-padrão) da assembléia de formigas nas unidades de paisagem identificadas para a caatinga da região de Xingó, estados de Alagoas e Sergipe, Brasil. Letras diferentes em cima das barras significam médias diferentes com $p < 0,05$ conforme Análise de Variância de um fator seguida de Tukey.

A subfamília melhor representada neste estudo, Myrmicinae, é, de fato, a mais diversificada dentro dos Formicidae, seguida por Ponerinae, Formicinae, Dolichoderinae, Pseudomyrmecinae e Ecitoninae (Hölldobler & Wilson 1990, Bolton 1994). Sendo assim, com exceção de Ponerinae, que foi pouco amostrada, e Ecitoninae, que apesar de ser registrada para a Caatinga (C. R. F. Brandão, comunicação pessoal), não foi amostrada, as coletas desse estudo foram representativas, refletindo a diversidade geral dos diferentes grupos de formigas. A baixa diversidade dos poneríneos provavelmente se deu porque essas formigas são predadoras de artrópodes de solo (Hölldobler & Wilson 1990, Leal & Oliveira 1995). Como na Caatinga o folhíço é praticamente inexistente, a fauna de artrópodes de solo também é pouco representativa. Esse padrão também foi observado por Leal (2002), comparando a fauna de formigas da zona da mata, agreste e sertão de Pernambuco. Quanto à Ecitoninae, a sua ausência é esperada em levantamentos com o uso de iscas (C. R. F. Brandão, comunicação pessoal), uma vez que estas formigas são predadoras e nômades e apresentam densidades extremamente baixas em ambientes com pouca abundância de artrópodes de solos (Hölldobler & Wilson 1990).

Entre os gêneros, *Pheidole*, *Solenopsis* e *Camponotus* foram os mais bem representados neste estudo. Wilson (1976) considera estes três gêneros, juntamente com *Crematogaster*, os mais prevalentes em nível mundial. Prevalência é, segundo este autor, composta por quatro características: (1) diversidade de espécies, (2) extensão da distribuição geográfica, (3) diversidade de adaptações, e (4) abundância local. *Pheidole*, *Solenopsis* e *Camponotus* foram os gêneros mais diversificados deste estudo (10, nove e oito espécies, respectivamente), estiveram presentes na maioria das parcelas amostradas, sendo que *Pheidole* foi registrado

em todas as 70 parcelas, e foram bastante abundantes localmente. Somente o fator diversidade de adaptações não pôde ser analisado.

A maioria das formigas amostradas nesse estudo é generalista que nidifica no solo. Como não foram montadas iscas na vegetação, é natural esperar que esta guilda não seja representada. Entretanto, algumas espécies foram coletadas, mostrando a grande capacidade destes organismos localizarem fontes de alimento, mesmo distantes de suas áreas de forrageamento usuais. Esse fenômeno pode ser intensificado em ambientes muito sazonais, com grande escassez de alimento em uma época do ano, como é a Caatinga na estação seca. Essa escassez de alimento também pode ser responsável pela maior frequência de formigas com hábitos generalistas. Por exemplo, provavelmente não há vegetação suficiente na estação seca para manter colônias de formigas que cultivam fungo. Por isso elas só foram amostradas em áreas de caatinga próximas a áreas cultivadas, onde a vegetação é irrigada. Da mesma forma, formigas predadoras foram mais comuns em áreas de caatinga onde existe uma camada de folhiço, como os tabuleiros. Em áreas em que não existe a formação de folhiço devido à constante remoção das folhas por erosão, como *canyon* e ravina, não foram registradas formigas predadoras. De fato, Leal (2002) encontrou menos espécies com hábitos restritos no sertão que na zona da mata e agreste de Pernambuco. A autora sugere que esse fenômeno seja resultado da sazonalidade marcada da Caatinga comparada a formações vegetacionais menos estacionais.

Muitos trabalhos sobre comunidades de formigas propõem que a diversidade aumente à medida que aumenta a complexidade estrutural do meio, seja comparando áreas com diferentes latitudes (Benson & Harada 1988), altitudes (Jeanne 1979), tipos de vegetação (Andersen 1986, Leal 2002) ou estágios sucessionais (Boosma & Van Loon 1982, Leal & Lopes 1992, Leal *et al.* 1993,

Veena & Soni 1992, Matos *et al.* 1994). Ambientes mais complexos suportam uma maior diversidade de nichos, resultando em uma maior quantidade de sítios para nidificação e de alimento para as formigas e diminuindo, assim, a competição entre as espécies coexistentes (Greenslade 1971, Levings 1983, Savolainen & Vepsäläinen 1988, Matos *et al.* 1994, Leal 2002).

Nesse estudo a diversidade de formigas foi maior em áreas com maior densidade e riqueza de plantas. Os valores do coeficiente de correlação foram baixos, entre 0,2 e 0,3, mas significativos, indicando que somente 20 a 30% da riqueza e diversidade de formigas é explicada pela densidade e riqueza de plantas, mas que essas relações não são ao acaso. Por outro lado, não houve relação significativa entre a fauna de formigas e altura e PAP médios da vegetação. Essas variáveis poderiam ser mais relevantes para a fauna de formigas arborícolas, uma vez que estes organismos são mais diretamente influenciados pela estrutura e arquitetura da vegetação (Hölldobler & Wilson 1990). Para a fauna de solo, no entanto, uma camada mais espessa de folhiço e maior quantidade de galhos caídos no solo, resultantes da maior densidade e, possivelmente, diversidade de plantas, provavelmente resultam em mais sítios disponíveis para a nidificação, maiores áreas de forrageamento e maior quantidade de alimento para as formigas.

A fauna de formiga amostrada variou de acordo com as unidades de paisagem da caatinga na região de Xingó. Unidades de paisagem com relevo mais plano e solos mais profundos, como os tabuleiros, apresentaram mirmecofaunas mais ricas e diversificadas que os *canyons*, ravinas e serras, as quais apresentam relevo mais acidentado e solos mais rasos. O relevo plano e os solos profundos dos tabuleiros têm um efeito direto sobre a diversidade de formigas porque facilitam a nidificação. Secundariamente, essas duas

características também propiciam um maior desenvolvimento da vegetação, resultando em maior complexidade estrutural do meio e, conseqüentemente, suportando a coexistência de mais espécies de formiga, como discutido acima. Paisagens mais acidentadas e com solos muito rasos ou com a rocha-mãe exposta, tornam difícil a construção dos ninhos das formigas, resultando em uma fauna bastante empobrecida. Outros trabalhos também apontam maior diversidade nos tabuleiros que nas unidades de paisagem mais acidentadas. Esse padrão foi constatado para plantas (ver Capítulo 7 deste volume), para famílias de besouros (Capítulo 8) e espécies de Cerambycidae (Coleoptera, Capítulo 9).

Os dados obtidos neste estudo revelam que a fauna da Caatinga é composta pelas mesmas subfamílias e gêneros de outros ecossistemas do Brasil, ainda que a diversidade de espécies seja menor. Essa redução é devida especialmente a falta de espécies com hábitos especializados, as quais provavelmente não são capazes de permanecer na Caatinga durante a estação seca, quando a disponibilidade de recursos é marcadamente reduzida. Além disso, foram aceitas as hipóteses testadas de que: (1) a diversidade de formigas é relacionada com a complexidade da vegetação, (2) a fauna pode ser classificada de acordo com as unidades de paisagem reconhecidas para a caatinga da região de Xingó e (3) as unidades de paisagem com relevo mais plano e solos mais profundos apresentam os maiores valores de riqueza e diversidade que as paisagens mais acidentadas e erodidas.

Agradecimentos

Ao Programa Xingó (CHESF/CNPq) pelo apoio logístico durante o trabalho de campo, aos colegas do Herbário Xingó, Alberto Magalhães, Denise Moura, Linete Cordeiro, Paulo Belchior e Roselita Silva, pela ajuda na coleta de dados, ao Prof. Dr.

I. R. Leal

Clemens Schlindwein pela utilização do seu material para identificação das formigas e ao CNPq pela bolsa de DCR (processo 300582/98-6).

Referências Bibliográficas

- AGOSTI, D., J. D. MAJER, L. E. ALONSO & T. SCHULTZ. 2000. *Standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Smithsonian Institution Press, Washington.
- ANDERSEN, A. N. 1986 Diversity, seasonality and community organization of ants at adjacent heath and woodland sites in south-eastern Australia. *Australian Journal of Zoology* 34: 53-64.
- ANDERSEN, A. N. 1995. A classification of Australian ant communities, based on functional groups which parallel plant life forms in relation to stress and disturbance. *Journal of Biogeography* 22: 15-29.
- ANDERSEN, A. N. 1997. Insight using ants as bioindicators: multiscale issues in ant community ecology. *Conservation Ecology* 1: 1.
- BEATTIE, A. J. 1985. *The evolutionary ecology of ant-plant mutualisms*. Cambridge University Press, Cambridge.
- BENSON, W. W. & A. Y. HARADA. 1988. Local diversity of tropical and temperate ant faunas (Hymenoptera: Formicidae). *Acta Amazonica* 18: 275-289.
- BOLTON, B. 1994. *Identification guide to the ant genera of the world*. Harvard University Press, Cambridge.
- BONNET A. & B. C. LOPES. 1993. Formigas de dunas e restingas da praia da Joaquina, Ilha de Santa Catarina, SC (Insecta: Hymenoptera). *Biotemas* 6: 107-114.

- BOOSMA, J. J. & A. J. VAN LOON. 1982. Structure and diversity of ant communities in successive coastal dune valleys. *Journal of Animal Ecology* 51: 957-974.
- BROWN, K. S. JR. 1997. Diversity, disturbance, and sustainable use of Neotropical forests: insects as indicators for conservation monitoring. *Journal of Insect Conservation* 1: 25-42.
- CARROLL, C. R. & D. H. JANZEN 1973. Ecology of foraging by ants. *Annual Review of Ecology and Systematics* 4: 231-257.
- CORREA, M. M. 2002. Diversidade de formigas em capões no Pantanal da Nhecolândia: um teste da hipótese de biogeografia de ilhas. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande.
- DAVIDSON, D. W. 1977. Species diversity and community organization in desert seed-eating ants. *Ecology* 58: 711-724.
- FALCÃO, P. F. 2001. *Interações entre Solanum stramonifolium (Solanaceae) e formigas: uma relação mutualística?* Monografia de Graduação, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- FARJI-BRENER, A. G. & J. F. SILVA. 1995. Leaf-cutting ants and forest groves in a tropical parkland savanna of Venezuela: facilitated succession? *Journal of Tropical Ecology* 11: 651-669.
- FOWLER, H. G. 1988. A organização das comunidades de formigas no Estado do Mato Grosso, Brasil. Pp 85 in: Acta X Congresso Latioamericano de Zoologia, Valparaíso, Chile.
- GREENSLADE, P. J. M. 1971. Interspecific competition and frequency changes among ants in Solomon Island coconut plantation. *Journal of Applied Ecology* 8: 323-352.
- HAINES, B. 1975. Impact of leaf-cutting ants on vegetation development at Barro Colorado Island. Pp 99-111 in: F. G. Golley & E. Medina (eds.) *Tropical*

I. R. Leal

Ecosystems: trends in terrestrial and aquatic research. Springer-Verlag, New York.

HÖLDOBLER, B. & E. O. WILSON. 1990. *The ants*. Harvard University Press, Cambridge.

JEANNE, R. L. 1979. A latitudinal gradient in rates of ant predation. *Ecology* 60: 1211-1224.

KREBS, C. J. 1989. *Ecological methodology*. Harper & Row Publishers, New York.

LEAL, I. R. 2002. Diversidade de formigas no Estado de Pernambuco. Pp 483 – 492 in: J. M. C. Silva & M. Tabarelli (orgs.) *Atlas da Biodiversidade de Pernambuco*. Editora Massangana e SECTMA, Recife.

LEAL, I. R. & B. C. LOPES. 1992. Estrutura das comunidades de formigas (Hymenoptera: Formicidae) de solo e vegetação no Morro da Lagoa da Conceição, Ilha de Santa Catarina, SC. *Biotemas* 5: 107-122.

LEAL, I. R. & P. S. OLIVEIRA. 1995. Behavioral ecology of neotropical termite hunting *Pachycondyla* (= *Termitopone*) *marginata*: colony founding, group-raiding and migratory patterns. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 37: 373-383.

LEAL, I. R. & P. S. OLIVEIRA. 1998. Interactions between fungus-growing ants (Attini), fruits and seeds in cerrado vegetation in Southeast Brazil. *Biotropica* 30: 170-178.

LEAL, I. R. & P. S. OLIVEIRA. 2000. Foraging ecology of attine ants in a Neotropical savanna: seasonal use of fungal substrate in the cerrado vegetation of Brazil. *Insectes Sociaux* 47: 376-382.

LEAL, I. R., S. O. FERREIRA & A. V. L. FREITAS. 1993. Diversidade de formigas de solo em um gradiente sucessional de Mata Atlântica, ES, Brasil. *Biotemas* 6: 42-53.

- LEVINGS, S. C. 1983. Seasonal, annual and among-site variation in the ground ant community of a deciduous tropical forest. *Ecological Monographs* 53: 435-455.
- LEVINGS, S. C. & N. G. FRANKS. 1982. Patterns of nest dispersion in a tropical ground ant community. *Ecology* 63: 338-344.
- LOPES, B. C. & I. R. LEAL. 1991. Levantamento preliminar de formigas (Hymenoptera: Formicidae) de solo e vegetação em um trecho de mata atlântica, Morro da Lagoa da Conceição, Ilha de Santa Catarina, SC. *Biotemas* 4: 51-59.
- LOPES, B. C. & R. A. SANTOS. 1996. Aspects of the ecology of ants (Hymenoptera: Formicidae) on the mangrove vegetation of Rio Ratonés, Santa Catarina Island, SC, Brazil. *Boletín Entomológico de Venezuela* 11: 123-133.
- MAJER, J. D., J. H. C. DELABIE & N. L. MCKENZIE. 1997. Ant litter fauna of forest, forest edges and adjacent grassland in the Atlantic rain forest region of Bahia, Brazil. *Insectes Sociaux* 44: 255-266.
- MATOS, J. Z., C. N. YAMANAKA, T. T. CASTELLANI & B. C. LOPES. 1994. Comparação da fauna de formigas de plantio de *Pinus elliotti*, com diferentes graus de complexidade estrutural (Florianópolis, SC). *Biotemas* 7: 57-64.
- MORAIS, H. C. & W. W. BENSON. 1988. Recolonização de vegetação de cerrado após queimadas, por formigas arborícolas. *Revista Brasileira de Biologia* 48: 459-466.
- OLIVEIRA, P. S., V. RICO-GRAY, C. DIAZ-CASTELAZO & C. CASTILLO-GUEVARA. 1999. Interaction between ants, extrafloral nectaries and insect herbivores in Neotropical coastal sand dunes: herbivore deterrence by visiting ants increases fruit set in *Opuntia stricta* (Cactaceae). *Functional Ecology* 13: 623-631.

I. R. Leal

- PIZO, M. A. & P. S. OLIVEIRA. 1998. Interaction between ants and seeds of a nonmyrmecochorous neotropical tree, *Cabralea canjerana* (Meliaceae), in the Atlantic forest of Southeast Brazil. *American Journal of Botany* 85: 669-674.
- SAVOLAINEN, R. & K. VEPSÄLÄINEN .1988. A competition hierarchy among boreal ants: impact on resource partitioning and community structure. *Oikos* 51: 135-155.
- SILVA, R. R. 1999. *Riqueza de formigas (Hymenoptera: Formicidae) nos cerrados e similaridade entre uma localidade no Planalto Central e duas no Sudeste do Brasil*. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- SILVA, R. R. & B. C. LOPES. 1997. Ants (Hymenoptera: Formicidae) from Atlantic rainforest at Santa Catarina Island, Brazil: two years of sampling. *Revista de Biologia Tropical* 45: 1641-1648.
- VASCONCELOS, H. L. 1998. Effects of forest disturbance on the structure of ground-foraging ant communities in central Amazonia. *Biodiversity and Conservation* 7: 1-12.
- VEENA, B. & P. SONI. 1992. Revegetation and ant colonization relationship in reclaimed rock phosphate mines. *Journal of Tropical Ecology* 33: 223-231.
- WILKINSON, L. 1996. *SYSTAT*, version 6.0. SPSS, Chicago, Illinois.
- WILSON, E. O. 1976. Which are the most prevalent ant genera? *Studia Entomologica* 19: 187-200.
- WILSON, E. O. 1987. The little things that run the world: the importance and conservation of invertebrates. *Conservation Biology* 1: 344-346.
- WIRTH, R., W. BEYSCHLAG, H. HERZ, R. J. RYEL & B. HÖLDOBLER. 2002. *The herbivory of leaf-cutting ants. A case study on Atta colombica in the tropical rainforest of Panama*. Springer Verlag, Berlin.

WIRTH R, W. BEYSLAG, R. J. RYEL & B. HÖLDOBLER. 1997. Annual foraging of the leaf-cutting ant *Atta colombica* in a semideciduous rain forest in Panama. *Journal of Tropical Ecology* 13: 741-757.

ZAR, J. H. 1996. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, Inc., New Jersey.

I. R. Leal

**COMPOSIÇÃO E ANÁLISE
COMPARATIVA DA DIVERSIDADE E
DAS AFINIDADES BIOGEOGRÁFICAS
DOS LAGARTOS E ANFISBENÍDEOS
(SQUAMATA) DOS BREJOS
NORDESTINOS**

Diva Maria Borges-Nojosa & Ulisses Caramaschi

Introdução

O nordeste brasileiro contém variados domínios morfoclimáticos, ricos em ecossistemas (Ab'Sáber 1971, 1977). A Floresta Atlântica, localizada no leste brasileiro, destaca-se por possuir uma das maiores biodiversidades do planeta, entre os cinco primeiros colocados na lista dos “hotspots” (Mittermeier *et al.* 1999). Infelizmente, essa riqueza está ameaçada pela redução brusca e rápida da sua área. À época do descobrimento, expandia-se por cerca de 1.360.000 km², indo do litoral do Estado do Rio Grande do Norte ao Rio Grande do Sul. Atualmente, está reduzida a menos de 10% de sua área original, fragmentada em pequenas áreas isoladas (MMA 2000). No nordeste sobrou apenas cerca de 1% (MMA 1993, Dean 1998).

A Caatinga, domínio predominante da região nordestina que abrange aproximadamente 800.000 km² de dez estados do território brasileiro (IBGE 1985), apresenta um ambiente inverso aos

florestados, com clima seco, escassez de água e elevadas temperaturas (Ab'Sáber 1977). É característico e único na sua complexidade quanto à fauna e flora sobreviventes ali, surpreendentemente adaptadas.

Os brejos-nordestinos (ou brejos-de-altitude, serras-úmidas, enclaves), denominação atribuída por Andrade & Lins (1964) e Andrade-Lima (1964), localizam-se no meio desta região, surgindo como provas concretas da integração atual e pretérita daqueles dois principais tipos morfoclimáticos, Floresta Atlântica e Caatinga, principalmente no Estado do Ceará. Nos estados da Paraíba e Pernambuco, esses enclaves localizam-se bem mais próximos à costa nordestina leste, formando prováveis fragmentos recentemente isolados da área original da Floresta Atlântica.

São normalmente relevos residuais com altitudes superiores a 600 m, recobertos por vegetação do tipo florestal possivelmente remanescente das matas Atlântica e Amazônica (MMA 1993, 2000, Coimbra-Filho & Câmara 1996). Servem de abrigo para uma fauna relictual, caracteristicamente umbrófila, que possui forte afinidade com a fauna típica dos grandes corpos florestados neotropicais. Eventualmente, abrigam elementos procedentes das áreas mais secas circundantes, ambiente que vem mantendo também intensa influência nos enclaves. Toda esta miscigenação faz dos brejos ecossistemas exclusivos caracterizados, sobretudo, pelos diversos casos de endemismos, seja de invertebrados, p.ex., *Broteochactas brejo*, espécie de escorpião descrita por Lourenço (1988) próxima filogeneticamente às espécies amazônicas; *Dexosarcophaga pusilla*, *Nephochaetopteryx pacatubensis*, *N. pallidifacies* e *Pacatuba matthewsi*, insetos descritos por Lopes (1974), ou vertebrados, p.ex., *Mabuya arajara*, *Colobosauroides cearensis* e *Leposoma baturitensis*, lagartos descritos respectivamente por Rebouças-Spieker (1981), Cunha, Lima-Verde & Lima (1991) e

Rodrigues & Borges (1997) (Figuras 1A a D); *Adelophryne baturitensis* e *A. maranguapensis*, anfíbios descritos por Hoogmoed, Borges & Cascon (1994) (Figuras 1E e F); além das espécies *Placosoma* sp. e *Amphisbaena* sp., em processo de descrição.

Estudando separadamente alguns brejos, Vanzolini (1981), Rodrigues (1990) e Borges (1991) constataram que cada remanescente apresenta uma composição faunística diferente, com arranjos, número e riqueza de espécies diferenciadas, equilíbrio discutido mais uma vez aqui. Mas a correlação paleoambiental entre eles e em relação aos principais corpos florestados neotropicais ainda é indefinida e pouco estudada. Devido a este fator, vários pesquisadores vêm alertando sobre a importância dos estudos faunísticos destas áreas para as pesquisas biogeográficas, sistemáticas, ecológicas e de conservação e manejo da biodiversidade da região Neotropical.

O botânico alemão Karl Frederich Philip Von Martius foi, possivelmente, um dos primeiros pesquisadores a realizar coletas e estudos científicos com a vegetação dos brejos do Estado do Ceará, sendo confirmada sua passagem pelas serras da Aratanha e Baturité (Braga 1962). Posteriormente, outros realizaram levantamentos florísticos e estudos sistemáticos abordando direta ou indiretamente os brejos, principalmente de cunho fitogeográfico (Andrade-Lima 1953, 1957, 1964, 1966a, b, 1982, Ducke 1959, Rizzini 1963, Gomes 1978, Prance 1982, Figueiredo 1988, Figueiredo & Barboza 1990, Figueiredo *et al.* 1990, Fernandes 1990, Ferraz *et al.* 1998, Sales *et al.* 1998, Cavalcante *et al.* 2000).

Para a fauna, talvez tenha sido o naturalista Thomaz Pompeo de Sousa Brasil o mais antigo colaborador dos estudos regionais, mais especificamente do Estado do Ceará, fazendo comentários



Figura 1. Lagartos dos brejos-de-altitude do Ceará: (A) *Lepsosoma baturitensis*, (B) *Placosoma* sp., (C) *Colobosauroides cearensis* (espécies endêmicas), (D) *Polychrus marmoratus*, (E) *Enyalius bibronii* e (F) *Mabuya* cf. *nigropunctata* (espécies umbrófilas) (Fotos: D. M. Borges-Nojosa). Anfíbios endêmicos dos brejos-de-altitude do Ceará: (G) *Adelophryne maranguapensis*, e (H) *A. baturitensis* (Fotos: P. Cascon).

sobre os mamíferos, aves, répteis, anfíbios, peixes e invertebrados em geral, juntamente com informações da topografia, hidrografia, minerais e vegetais (primeira parte). Também estão inseridos na sua obra os dados políticos e sócio-econômicos (segunda parte), as avaliações estatísticas (terceira parte) e um resumo cronológico da história da província do Ceará (quarta parte). Brasil (1863) registra, do ponto de vista de um herpetólogo leigo, o comportamento e a ocorrência da “suricucú”, fazendo menção provavelmente a serpente *Lachesis muta*, que teve confirmação da sua ocorrência mais de cem anos depois (Borges 1991, Borges-Nojosa & Lima-Verde 1999). Outro naturalista local, Prof. Francisco Dias da Rocha, realizou estudos com a fauna regional, fazendo referências à fauna dos brejos. Sua colaboração está diluída em três volumes (Rocha 1948, 1950, 1954) publicados em uma revista cearense. Antecedentes a estes estudos, foram raras as visitas de naturalistas aos brejos, sendo a expedição científica presidida pelo conselheiro Francisco Freire Alemão e o médico Manoel Ferreira Lagos (Braga 1962; Paiva & Campos 1995) provavelmente a mais relevante, por propiciar, entre os benefícios, a criação de um acervo ornitológico com mais de 4.000 exemplares tombados no Museu Nacional/UFRJ. Até os dias atuais, os estudos abordando a fauna típica dos brejos continuam escassos. Para invertebrados, podem ser citados Lopes (1974) e Lourenço (1988); entre os vertebrados, Thomas (1910), Paiva (1973), Piccinini (1974), Mares *et al.* (1981), Langguth *et al.* (1987), Cerqueira *et al.* (1989), Paiva & Campos (1995), Coimbra-Filho *et al.* (1995), Gregorin (1996) e Guedes *et al.* (2000 a, b) para mamíferos, Silva (2000) para aves e Vanzolini (1981), Rebouças-Spieker (1981), Nascimento & Lima-Verde (1989), Borges (1991), Cunha *et al.* (1991), Lima-Verde (1991), Hoogmoed *et al.* (1994), Silva (1996), Rodrigues & Borges (1997), Borges-Nojosa & Lima-Verde (1999), Lima (1999), Borges-Nojosa

& Caramaschi (2000), Borges-Nojosa & Lima (2001) e Borges-Nojosa (2002) para anfíbios e répteis.

Atualmente, a fauna e a flora dessas áreas têm sido tema de várias monografias, dissertações e teses. O Laboratório de Herpetologia da Universidade Federal do Ceará vem desenvolvendo projetos integrados nessa linha de pesquisa, iniciados ainda na década de oitenta, que visam conhecer com profundidade a herpetofauna dos enclaves, e vem contando com financiamentos da própria UFC, da Fundação O Boticário de Proteção à Natureza e MacArthur Foundation.

Cinco áreas entre os brejos-de-altitude do Ceará, o planalto da Ibiapaba, a serra de Maranguape, a serra da Aratanha, o maciço de Baturité e a chapada do Araripe (Figuras 2 e 3) tiveram as herpetofaunas amostradas. Os lagartos e os anfisbenídeos, além das identificações taxonômicas detalhadas, tiveram também as distribuições geográficas verificadas, a fim de comparar-se e analisar-se suas composições, conhecendo-se as prováveis correlações existentes entre as herpetofaunas destas áreas, e as influências pretéritas e atuais que sofreram.

Material e métodos

Áreas de estudo

O planalto da Ibiapaba é o brejo-de-altitude com localização mais ocidental (3°30'-5°00'S/40°20'-41°30'W), na fronteira com o Estado do Piauí. Inclui-se na zona limítrofe entre os municípios de Viçosa do Ceará, Tianguá, Ubajara, Frecheirinha, Ibiapina, São Benedito, Carnaubal, Guaraciaba do Norte, Croata e Ipu. A formação estratigráfica faz parte da bacia sedimentar do Maranhão-Piauí, com litologias da formação Serra Grande, e solo

predominante de areias quartzosas distróficas e marinhas e latossolo vermelho-amarelo e vermelho-escuro. Da mesma forma que as serras próximas a Fortaleza, esta área é beneficiada pela proximidade do litoral e chuvas orográficas, concentrando as mais baixas temperaturas médias anuais do Estado, entre 22-26 °C e os maiores índices pluviométricos médios (período de 1953-1983): São Benedito com 2.062,8 mm, Ibiapina com 1.744,6 mm e Ubajara com 1.441,1 mm (Bezerra *et al.* 1997). A vegetação florestal úmida (Floresta Subperenifólia Tropical Plúvio-Nebular) estende-se ao longo da parte superior e da *cuesta* do planalto sedimentar, que tem altitude média de 750 m e é sulcado por uma série de pequenos vales pedimentados (Souza 1997). Na encosta, esta vegetação úmida é substituída gradativamente pela mata seca (Floresta Subcaducifólia Tropical Pluvial) e mais abaixo pela caatinga arbórea (Floresta Caducifólia Espinhosa) (Figueiredo 1997). A situação de conservação ambiental é grave, visto que existem grandes extensões desmatadas com alto grau de erosão e forte processo de fragmentação com pequenos isolamentos de matas primárias e secundárias, salvando-se apenas um cinturão quase contínuo nas encostas. O Parque Nacional de Ubajara é a única reserva até o momento, enquanto outras unidades não sejam criadas de fato (APA da Serra da Ibiapaba e Parque da Serra Grande), e, embora seja o menor parque nacional, com apenas 563 ha (IBDF 1981), contém uma biodiversidade alta (IBAMA 2001). Na parte sul, a continuação meridional do planalto da Ibiapaba, denominada serra Grande, tem características diferenciais quanto aos aspectos morfoclimáticos, embora a flora e a fauna denunciem grande influência pretérita das condições ambientais da área ao norte. Pouco se sabe da vegetação primária desta região, bem como da fauna (IBDF 1981, Nascimento & Lima-Verde 1989, Borges & Lima-Verde 1992, Borges-Nojosa & Caramaschi 2000, Guedes *et al.* 2000 a, b, IBAMA 2001).

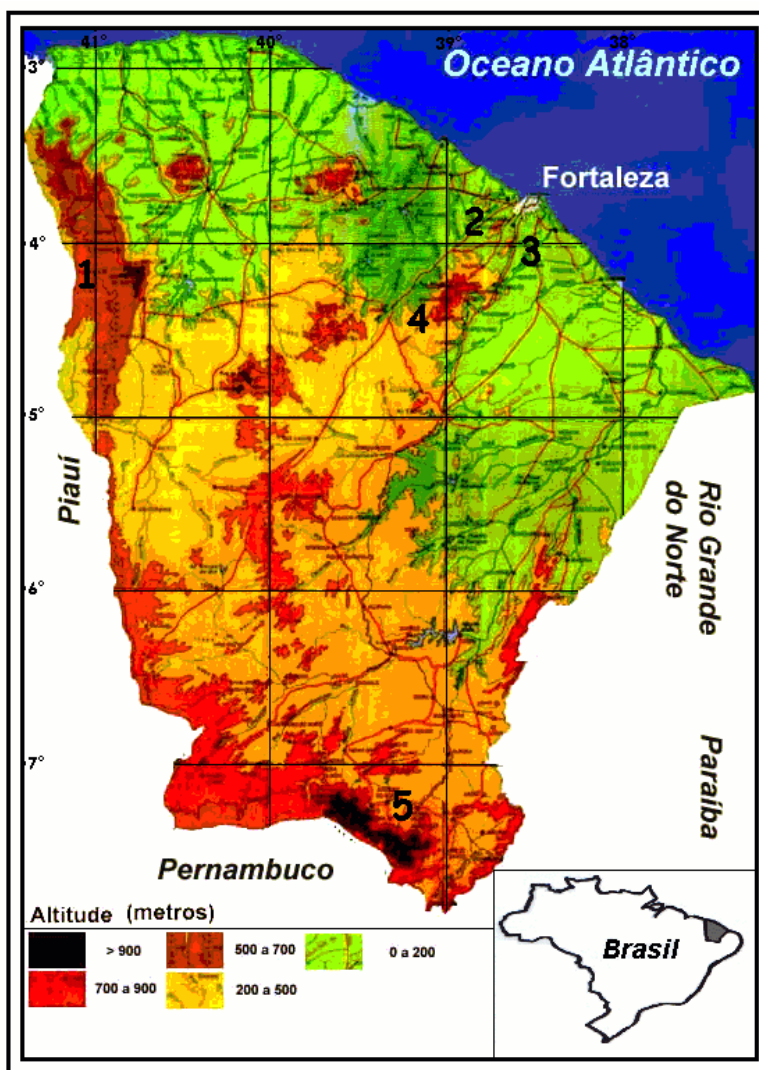


Figura 2. Mapa hipsométrico do Estado do Ceará, com as localizações das áreas de estudo: (1) planalto da Ibiapaba, (2) serra de Maranguape, (3) serra da Aratanha, (4) maciço de Baturité e (5) chapada do Araripe. (Fonte: Iplance 1997).

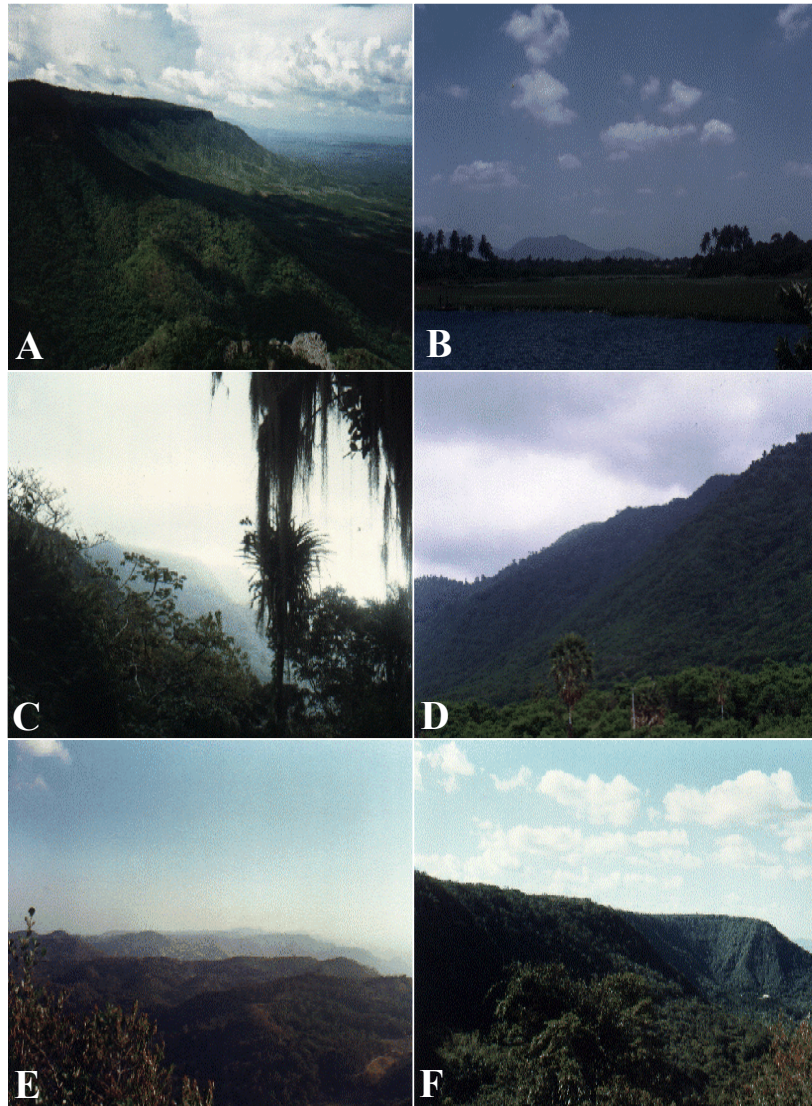


Figura 3. Vista das áreas de estudo. (A) *Cuesta* do planalto da Ibiapaba, (B) serra de Maranguape, (C) detalhe da vegetação da serra de Maranguape, (D) serra da Aratanha, (E) maciço de Baturité e (F) chapada do Araripe (Fotos: D. M. Borges-Nojosa).

A serra de Maranguape ($3^{\circ}54' - 4^{\circ}03'S/38^{\circ}32' - 38^{\circ}40'W$), localizada apenas a 32 km do litoral, a serra da Aratanha ($4^{\circ}01' - 4^{\circ}09'S/38^{\circ}30' - 38^{\circ}37'W$) distante cerca de 23 km, e o maciço de Baturité ($4^{\circ}05' - 4^{\circ}40'S/38^{\circ}30' - 39^{\circ}10'W$), a 70 km de Fortaleza, compõem a unidade morfológica conhecida como Maciços Residuais, relevos extensivamente dissecados em feições de colinas. São serras cristalinas, com predominância de vales em “V” (Souza 1997) e geologia de constituição granítica e solo predominantemente podzólico vermelho-amarelo eutrófico e distrófico (Leite & Marques 1997), com altitudes máximas de 890 m em Maranguape (Pico da Rajada), 778 m na Aratanha (Pedra do Letreiro) e 1.114 m no maciço de Baturité (Pico Alto). As condições climáticas são também beneficiadas pelas chuvas orográficas e altitude, concentrando temperaturas baixas, com médias anuais entre 22-26 °C, e altos índices pluviométricos médios (período de 1953-1983): Aratuba com 1.727,9 mm, Pacoti com 1.529,9 mm e Mulungu com 1.109,2 mm. Municípios das regiões sertanejas, como Parambu e Independência, apresentam médias de apenas 532,6 mm e 550,5 mm no mesmo período (Bezerra *et al.* 1997). Os três brejos-de-altitude são cobertos nos cumes pela mata úmida (Floresta Subperenifólia Tropical Plúvio-Nebular), rica em epífitas, substituída gradativamente pela mata seca (Floresta Subcaducifólia Tropical Pluvial) e caatinga arbustiva densa nos pontos mais baixos nas vertentes voltadas para o litoral, ou pontos mais altos nas vertentes opostas. O bom potencial ecológico favorece a fixação de um contingente demográfico e a exploração econômica é intensa, causando forte impacto ambiental com desmatamento, efeito de fragmentação e atividades agrícolas variadas. A flora da serra de Maranguape abriga enorme diversidade herpetofaunística (Hoogmoed *et al.* 1994, Lima 1999, Borges-Nojosa & Lima 2001), com pelo menos um caso de endemismo registrado, o pequeno leptodactilídeo *Adelophryne*

maranguapensis e mais dois em processo de descrição (*Placosoma* sp. e *Amphisbaena* sp.), além do escorpião descrito por Lourenço (1988). O levantamento preliminar da herpetofauna da serra da Aratanha está sendo concluído, com excelentes resultados (Amaral & Borges-Nojosa 2001). A área tem alguns casos de endemismo de insetos registrados por Lopes (1974), além da ornitofauna levantada por Silva (2000). De todos os brejos, o maciço de Baturité tem a herpetofauna melhor estudada no aspecto geral (Nascimento & Lima-Verde 1989, Cunha, Lima-Verde & Lima 1991, Borges 1991, Hoogmoed *et al.* 1994, Silva 1996, Rodrigues & Borges 1997, Borges-Nojosa & Lima-Verde 1999), com casos reconhecidos de endemismos e registros interessantes de serpentes, como a *Lachesis muta rhombeata*, *Drymoluber dichrous*, *Sibon nebulata* e *Imantodes cenchoa*. Os estudos botânicos, precursores aos faunísticos, indicam constatações semelhantes (Gomes 1978, Fernandes 1990, Figueiredo *et al.* 1990, Figueiredo & Barboza 1990, Cavalcante *et al.* 2000). Em cada serra existe apenas uma área de proteção ambiental estadual. A serra de Maranguape está inserida nos municípios de Maranguape, Caucaia e Maracanaú; a serra da Aratanha nos municípios de Maranguape, Maracanaú, Pacatuba e Guaiuba; e o maciço de Baturité nos municípios de Palmácia, Redenção, Pacoti, Guaramiranga, Baturité, Mulungu, Aratuba e Aracoiaba.

A chapada do Araripe (7°10'-7°50'S/39°00'-39°50'W) está localizada ao sul, na parte meridional do Ceará, distante do litoral cerca de 450 km. É desenvolvida nas rochas cretáceas do grupo Araripe, com níveis altimétricos variando entre 800-900 m. A topografia, bastante uniforme, apresenta-se horizontal no topo e estreitamente influenciado pela estratificação dos arenitos e silitos da formação Exu. Os rebordos da chapada estão quase sempre associados aos folhetos com concreções calcárias e argilitos da formação Santana, e a disposição das camadas orientadas para

leste, favorecendo a ocorrência de ressurgências responsáveis pela perenidade das nascentes e rios, propicia condições de morfogênese química que ocorrem apenas na encosta, não existindo no topo. Assim, a mata úmida (Floresta Subperenifólia Tropical Plúvio-Nebular) e a mata seca (Floresta Subcaducifólia Tropical Pluvial) que caracterizam os brejos-de-altitude, estão na encosta, compondo o que seria um brejo-de-encosta (ou de pé-de-serra), enquanto os demais estão notoriamente nos topos, compondo os brejos-de-cimeira. No topo da chapada a vegetação é composta pelo cerradão (Floresta Subcaducifólia Tropical Xeromorfa), seguida pelo carrasco. O solo é predominantemente latossolo vermelho-amarelo e vermelho-escuro. Nos estudos da herpetofauna, apenas Vanzolini (1981) e Borges-Nojosa (1999) realizaram levantamentos preliminares na região, com registro de uma espécie endêmica, *Mabuya arajara* Rebouças-Spieker, 1981. A região conta com uma grande área de proteção ambiental federal, que abrange municípios dos estados do Ceará, Piauí e Pernambuco, além da Floresta Nacional do Araripe.

Em todos esses brejos, são registradas as mais baixas temperaturas médias anuais do Ceará, entre 22-26 °C, e os maiores índices pluviométricos médios, atingindo 1.750 mm ou até mais, que correspondem proporcionalmente a quase quatro vezes os índices médios de algumas regiões localizadas no domínio morfoclimático seco da Caatinga (Bezerra *et al.* 1997).

Métodos

Cerca de 50% das amostras (Apêndice) das cinco áreas estudadas foram coletadas no intervalo de janeiro/1997 a janeiro/2000, com exceção das procedentes da serra da Aratanha, intensificadas apenas em janeiro/2000 e ainda em andamento (cerca de 2,2% da amostra total). Equivalem a 73 viagens (Tabela 1)

somente nas quatro maiores áreas, ou a aproximadamente 231 dias de esforço amostral. Todos os tipos de hábitat e microhábitat, naturais ou artificiais, foram vasculhados ao acaso ou em transectos, em locais com áreas abertas, plantações de diversas culturas e prioritariamente em mata úmida e mata seca, em condições ambientais primárias ou secundárias. Geralmente, as coletas eram manuais, realizadas nos períodos diurnos e noturnos. Nas áreas maiores, planalto da Ibiapaba, maciço de Baturité e chapada do Araripe, também foram aplicadas armadilhas do tipo “pitfall”, montadas em transectos com cinco ou dez estações em forma de “Y”.

O material coletado foi fixado seguindo os procedimentos herpetológicos de rotina e tombados na coleção de herpetologia da Universidade Federal do Ceará (UFC), do Museu Nacional, Rio de Janeiro (MNRJ) e do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP). Parte dos exemplares procedentes desses brejos coletados anteriormente através de outros projetos e/ou expedições, que constam dessas coleções, foram incluídos nas amostras e listagens e equivalem a 47,8% do total. As devidas autorizações de coleta foram concedidas pelo IBAMA e demais órgãos responsáveis, incluindo a SEMACE.

As correlações entre as cinco áreas são analisadas através da comparação da riqueza de espécies pelo Coeficiente de Similaridade de Jaccard (*apud* Duellman 1990), aqui chamado de Coeficiente de Comunidade (CC) e representado pela fórmula $CC_{1,2} = C / (N_1 + N_2) - C$, onde C = Número de espécies em comum nas duas áreas, N_1 = Número de espécies presentes na área 1, e N_2 = Número de espécies presentes na área 2, e pelo Coeficiente de Semelhança Biogeográfico (CSB), segundo a proposta de Duellman (1990), modificado a partir dos índices de

Tabela 1. Listagem das viagens realizadas nas áreas de estudo no Estado do Ceará durante o período de janeiro de 1997 a janeiro de 2000.

Período	Duração	Locais					Total
		Ibiapaba	Maranguape	Aratanha	Baturité	Araripe	
Jan – dez 1997	Viagens	04	23	01	11	01	40
	Dias	14	26	04	40	04	88
Jan – dez 1998	Viagens	03	05	----	09	04	21
	Dias	21	06	----	39	20	86
Jan – dez 1999	Viagens	03	03	----	04	----	10
	Dias	29	03	----	18	----	50
Jan 2000	Viagens	----	----	----	02	----	02
	Dias	----	----	----	07	----	07
Total	Viagens	10	31	01	26	05	73
	Dias	64	35	04	104	24	231

Whittaker e Simpson (*apud* Duellman 1990), representado pela fórmula $CSB_{1,2} = 2C/(N_1 + N_2)$ seguindo as mesmas terminologias anteriores.

Resultados

Os levantamentos realizados anteriormente foram complementados pelos procedimentos descritos na metodologia. A junção de todos os dados resulta em uma lista com cerca de 115 espécies, distribuídas em uma família de anfisbenídeos (três gêneros), oito de lagartos (26 gêneros), sete de serpentes (29 gêneros) e cinco de anfíbios (16 gêneros). No momento, somente os lagartos e anfisbenídeos serão usados nas análises das correlações.

Na tabela 2, as espécies são listadas nas respectivas famílias, juntamente com suas ocorrências nos brejos-de-altitude, marcadas pelo número de exemplares coletados, ou tombados nas coleções (marcação com asterisco). Nos demais ambientes florestados e na Caatinga, a presença da espécie está representada pelas iniciais da principal referência bibliográfica onde é registrada a sua distribuição geográfica. Na tabela 3 são demonstradas as composições de cada área estudada, e a riqueza de espécies comparadas entre si através dos dois índices, ambos variando linearmente entre os valores 0 e 1. Na tabela 4 são apresentadas as características biogeográficas da herpetofauna dos enclaves, avaliadas conforme as distribuições geográficas, para definir quais as influências sofridas, pretérita e atual.

Discussão

Desde o início dos levantamentos na década de 80, vários problemas taxonômicos estão sendo localizados. Satisfatoriamente,

Tabela 2. Número de exemplares de anfisbenídeos e lagartos coletados nos brejos-de-altitude estudados no Estado do Ceará, com as distribuições geográficas das espécies.

Taxa	Número de exemplares					Referência da distribuição		
	Ibiapaba	Maran- guape	Aratanha	Baturité	Araripe	Amazônia	Atlântica	Caatinga
AMPHISBAENIA								
Família								
<i>Amphisbaenidae</i>								
<i>Amphisbaena alba</i>	8	3	1	1		BNC	BNC	BNC
<i>Amphisbaena pretrei</i>	4				MZU		BNC	BNC
<i>Amphisbaena</i> sp.		3		7				
<i>Amphisbaena vermicularis</i>	4	2				BNC	BNC	BNC
<i>Aulura anomala</i>	8					BNC		
<i>Leposternon polystegum</i>	21	3	1		MZU	BNC	BNC	BNC
SAURIA								
Família Anguidae								
<i>Diploglossus lessonae</i>		3	1	4	8		FRE	VRV
<i>Ophiodes striatus</i>	12						ROD	
Família Gekkonidae								
<i>Briba brasiliana</i>	4							VRV
<i>Coleodactylus meridionalis</i>	11	6	1	20	6		ROD	VRV
<i>Gymnodactylus geckoides</i>				1	MZU			VRV
<i>Hemidactylus agrius</i>	1	2	4					VRV

Taxa	Número de exemplares					Referência da distribuição		
	Ibiapaba	Maran- guape	Aratanha	Baturité	Araripe	Amazônia	Atlântica	Caatinga
<i>Hemidactylus mabouia</i>	14	6		11	2	AVP	FRE	VRV
<i>Phyllopezus pollicaris</i>	1	1	1	1	MZU			VRV
<i>Lygodactylus klugei</i>		1						VRV
Família Gymnophthalmidae								
<i>Cercosaura ocellata</i>	4					AVP	ROD	
<i>Colobosaura modesta</i>	5					AVP		
<i>Colobosauroides cearensis</i>	28	3	1	37				
<i>Leposoma baturitensis</i>	1	2		9				
<i>Micrablepharus maximiliani</i>	17			9	1	AVP	ROD	VRV
<i>Placosoma sp.</i>		7		1				
<i>Stenolepis ridleyi</i>	3			13			ROD	
Família Iguanidae								
<i>Iguana iguana</i>	(#)	(#)	2	2		AVP		VRV
Família Polychrotidae								
<i>Anolis fuscoauratus</i>	30	7	2	31		AVP	ROD	
<i>Anolis brasiliensis</i>					4	AVP		
<i>Enyalius bibronii</i>	16		2	24	10		ROD	
<i>Polychrus acutirostris</i>	3	4	2	6	MZU	AVP	FRE	VRV
<i>Polychrus marmoratus</i>	9			12		AVP	ROD	

Taxa	Número de exemplares					Referência da distribuição		
	Ibiapaba	Maran-	Aratanha	Baturité	Araripe	Amazônia	Atlântica	Caatinga
Família Scincidae								
<i>Mabuya arajara</i>					MZU			
<i>Mabuya heathi</i>	16			7	8		ROD	VRV
<i>Mabuya cf. nigropunctata</i>	02			60		AVP	ROD	
Família Teiidae								
<i>Ameiva ameiva</i>	23	4	(#)	12	8	AVP	ROD	VRV
<i>Cnemidophorus ocellifer</i>	17				16		ROD	VRV
<i>Kentropyx calcarata</i>				1		AVP	FRE	
<i>Tupinambis merianae</i>	(#)		(#)	2		AVP	ROD	VRV
Família Tropiduridae								
<i>Strobilurus torquatus</i>	1	5	3	3			ROD	
<i>Tropidurus hispidus</i>	13	8	(#)	19	3	AVP	ROD	VRV
<i>Tropidurus semitaeniatus</i>	2	8	1	4	MZU		FRE	VRV
Total de Espécies	30	20	16	25	17	---	---	---

Legenda: (#) Registro visual e/ou fotográfico; (MZU) Amostra extra do MZUSP, coletada anteriormente; (BNC) Borges-Nojosa & Caramaschi submetido; (AVP) Ávila-Pires 1995; (ROD) Rodrigues 1990; (FRE) Freire 2001; (VRV) Vanzolini, Ramos-Costa & Vitt 1980.

Tabela 3. Comparação da riqueza de espécies de anfisbenídeos e lagartos das cinco brejos-de-altitude do Ceará.

ÁREAS	Planalto da Ibiapaba	Serra de Maranguape	Serra da Aratanha	Maciço de Baturité	Chapada do Araripe
Planalto da Ibiapaba	30	<u>252</u>	<u>257</u>	<u>225</u>	<u>413</u>
Serra de Maranguape	16 (0,47) ; (0,64)	20	<u>10</u>	<u>56</u>	<u>387</u>
Serra da Aratanha	15 (0,48) ; (0,65)	14 (0,64) ; (0,78)	16	<u>48</u>	<u>379</u>
Maciço de Baturité	20 (0,57) ; (0,73)	16 (0,55) ; (0,71)	14 (0,52) ; (0,68)	25	<u>345</u>
Chapada do Araripe	13 (0,38) ; (0,55)	09 (0,32) ; (0,49)	09 (0,38) ; (0,55)	12 (0,40) ; (0,57)	17

Em negrito (linha diagonal) = Número total de espécies em cada área; **Sublinhado** = Distância entre as localidades (em km); **Em escrita comum** = Número de Espécies em Comum; **Entre Parênteses, em itálico** = Coeficiente de Comunidade (CC); **Entre Parênteses, escrita simples** = Coeficiente de Semelhança Biogeográfico (CSB).

Tabela 4. Caracterização biogeográfica e abundância das espécies presentes nos brejos-de-altitude do Estado do Ceará.

Característica	Área	Espécies	Porcentagem
Elementos exclusivamente atlânticos	Ibiapaba	<i>E. bibronii</i> , <i>O. striatus</i> , <i>S. ridleyi</i> e <i>S. torquatus</i>	13,3
	Maranguape	<i>S. torquatus</i>	5,0
	Aratanha	<i>E. bibronii</i> e <i>S. torquatus</i>	12,5
	Baturité	<i>E. bibronii</i> , <i>S. ridleyi</i> e <i>S. torquatus</i>	12,0
	Araripe	<i>E. bibronii</i>	5,9
SUB-TOTAL 1		4 espécies	10,5
Elementos exclusivamente amazônicos	Ibiapaba	<i>A. anomala</i> e <i>C.modesta</i>	6,7
	Maranguape	-----	---
	Aratanha	-----	---
	Baturité	-----	---
	Araripe	<i>A. brasiliensis</i>	5,9
SUB-TOTAL 2		3 espécies	7,9
Elementos atlânticos e amazônicos simultâneos	Ibiapaba	<i>A.fuscoauratus</i> , <i>C.ocellata</i> , <i>M.nigropunctata</i> e <i>P.marmoratus</i>	13,3
	Maranguape	<i>A. fuscoauratus</i>	5,0
	Aratanha	<i>A. fuscoauratus</i>	6,3

Característica	Área	Espécies	Porcentagem
	Baturité	<i>A.fuscoauratus, K.calcarata, M.nigropunctata e P.marmoratus</i>	16,0
	Araripe	-----	---
SUB-TOTAL 3		5 espécies	13,2
Elementos exclusivamente de áreas abertas	Ibiapaba	<i>B. brasiliana, H. agrius e P. pollicaris</i>	10,0
	Maranguape	<i>H. agrius, L. klugei e P. pollicaris</i>	15,0
	Aratanha	<i>H. agrius e P. pollicaris</i>	12,5
	Baturité	<i>G. geckoides e P. pollicaris</i>	8,0
	Araripe	<i>G. geckoides e P. pollicaris</i>	11,8
SUB-TOTAL 4		5 espécies	13,2
Elementos de ampla distribuição	Ibiapaba	<i>A. ameiva, A. alba, A. pretrei, A. vermicularis, C. ocellifer, C. meridionalis, H. mabouia, I. iguana, L. polystegum, M. heathi, M. maximiliani, P. acutirostris, T. hispidus, T. semitaeniatus e T. merianae</i>	50,0
	Maranguape	<i>A. ameiva, A. alba, A. vermicularis, C. meridionalis, D. les-sonae, H. mabouia, I. iguana, L. polystegum, P. acutirostris, T. hispidus e T. semitaeniatus</i>	55,0

Característica	Área	Espécies	Porcentagem
	Aratanha	<i>A. ameiva</i> , <i>A. alba</i> , <i>C. meridionalis</i> , <i>D. lessonae</i> , <i>I. iguana</i> , <i>L. polystegum</i> , <i>P. acutirostris</i> , <i>T. hispidus</i> , <i>T. semitaeniatus</i> e <i>T. merianae</i>	62,5
	Baturité	<i>A. ameiva</i> , <i>A. alba</i> , <i>C. meridionalis</i> , <i>D. lessonae</i> , <i>H. mabouia</i> , <i>I. iguana</i> , <i>M. heathi</i> , <i>M. maximiliani</i> , <i>P. acutirostris</i> , <i>T. hispidus</i> , <i>T. semitaeniatus</i> e <i>T. merianae</i>	48,0
	Araripe	<i>A. ameiva</i> , <i>A. pretrei</i> , <i>C. ocellifer</i> , <i>C. meridionalis</i> , <i>D. lessonae</i> , <i>H. mabouia</i> , <i>L. polystegum</i> , <i>M. heathi</i> , <i>M. maximiliani</i> , <i>P. acutirostris</i> , <i>T. hispidus</i> e <i>T. semitaeniatus</i>	70,5
SUB-TOTAL 5		16 espécies	42,0
Elementos endêmicos	Ibiapaba	<i>C. cearensis</i> e <i>L. baturitensis</i>	6,7
	Maranguape	<i>Amphisbaena</i> sp., <i>C. cearensis</i> , <i>L. baturitensis</i> e <i>Placosoma</i> sp.	20,0
	Aratanha	<i>C. cearensis</i>	6,2
	Baturité	<i>Amphisbaena</i> sp., <i>C. cearensis</i> , <i>L. baturitensis</i> e <i>Placosoma</i> sp.	16,0
	Araripe	<i>M. arajara</i>	5,9

Característica	Área	Espécies	Porcentagem
SUB-TOTAL 6		5 espécies	13,2
TOTAL		29 gêneros; 38 espécies	100

alguns culminaram em descrições de novas espécies, geralmente endêmicas, que possuem formas congêneres próximas na Floresta Atlântica e Amazônia. Outros casos demonstram, até o momento, que são apenas variações geográficas, como nas amostras de *Amphisbaena pretrei* e *Leposternon polystegum* (Borges-Nojosa & Caramaschi, artigo submetido). Fica evidente que, para a realização de análises biogeográficas seguras, faz-se necessário inicialmente definir estes problemas taxonômicos presentes em diversos grupos procedentes dos brejos-de-altitude do Estado do Ceará. As revisões e caracterizações taxonômicas já foram iniciadas com as espécies das famílias Amphisbaenidae e Gymnophthalmidae e serão apresentadas em breve em dois artigos. Outros problemas taxonômicos em aberto são rapidamente comentados. Na família Gekkonidae, a amostra que aqui está sendo tratada por *Phyllopezus pollicaris* é composta por dois grupos de exemplares com variações distintas: o primeiro, formado por exemplares da chapada do Araripe tombados na coleção MZUSP, e do planalto da Ibiapaba, que concordam perfeitamente com a foliose e dados merísticos apresentados pelas descrições de Vanzolini (1953, 1968 a, b) e por Rodrigues (1986), e um segundo, composto por dois exemplares das serras de Maranguape e Aratanha, que são consideravelmente maiores (comprimentos corporais = 81,1 mm e 89,5 mm), porém assemelham-se em parte com os caracteres citados para *P. pollicaris*. Outros exemplares também com estas condições foram coletados em localidades diferentes e somente com revisão mais detalhada, incluindo maior número de exemplares de *P. pollicaris* e *P. periosus*, de diversas procedências, será possível esclarecer se estes dois grupos procedentes dos brejos do Ceará são de fato diferentes, ou apenas apresentam variações geográficas. Uma outra observação acerca dos problemas taxonômicos observados diz respeito à espécie registrada como do grupo *Mabuya nigropunctata*, segundo a denominação de Ávila-Pires (1995), ou

Mabuya bistrata seguindo Rodrigues (2000), da família Scincidae. A denominação dada à espécie *Strobilurus torquatus* Wiegmann, 1834 segue a recente proposta filogenética de Frost *et al.* (2001) para a família Tropiduridae.

Como indicado anteriormente por Vanzolini (1981) e corroborado por Borges (1991) e Lima (1999), cada brejo-de-altitude estudado apresenta uma composição peculiar: são divergentes no arranjo, na riqueza de espécies e endemismos. Os dados aqui avaliados (Tabelas 2 a 4), que registram 30 espécies no planalto da Ibiapaba, 25 no maciço de Baturité, 20 na serra de Maranguape, 17 na chapada do Araripe e 16 na serra da Aratanha, confirmam estas variações novamente. Nenhuma das cinco áreas tem o mesmo arranjo, abundância ou número total de espécies, e todas apresentam número de espécies menor do que a Floresta Atlântica (cerca de 53 espécies de lagartos, segundo Rodrigues 1990 e Freire 2001) e Amazônica (aproximadamente 89 espécies de lagartos, segundo Ávila-Pires 1995), embora algumas sejam as mesmas ou congêneres.

Para avaliar as correlações existentes entre os cinco brejos estudados, foram feitas as comparações através do Coeficiente de Comunidade (CC) e pelo Coeficiente de Semelhança Biogeográfico (CSB) (Tabela 3). De forma geral, os quatro brejos-de-altitude localizados próximos ao litoral apresentam índices de semelhança maiores (CC variando entre 0,47-0,64 e CSB entre 0,64-0,78), enquanto a chapada do Araripe tem valores menores, variando entre 0,32-0,40 e 0,49-0,57, respectivamente. A chapada do Araripe, com localização mais meridional e isolada geograficamente (Figuras 2 e 3), também está separada pela baixa afinidade com as demais herpetofaunas, conforme mostram os menores valores dos índices (Tabela 3). Este resultado indica que, em períodos pretéritos, este foi o primeiro brejo a separar-se do

grande corpo florestado. O planalto da Ibiapaba, talvez pela localização, apresenta maior afinidade com o conjunto dos maciços residuais, assemelhando-se mais com o maciço de Baturité (CC = 0,57 e CSB = 0,73). Neste caso, a proximidade do litoral foi aparentemente relevante na continuidade da vegetação florestal responsável pelas afinidades observadas, e no processo de separação pretérita, possivelmente formou o segundo brejo independente. Da mesma forma, os dados apontam que os dois brejos mais próximos entre si, a serra de Maranguape e a serra da Aratanha, apresentam as herpetofaunas mais semelhantes (CC = 0,64 e CSB = 0,78), e a chapada do Araripe e a serra de Maranguape, tão diferentes quanto à formação, características e localizações, possuem as herpetofaunas mais distantes em afinidade (CC = 0,32 e CSB = 0,49). Não houve divergências entre as avaliações feitas pelo índices, mas o intervalo entre os valores dos brejos-de-altitude próximos ao litoral é mais amplo quando avaliado pelo CSB. Também é prudente lembrar que os índices apresentados aqui podem sofrer alterações. Novos registros podem ser feitos futuramente, ou novas espécies endêmicas serem encontradas, principalmente na serra da Aratanha, última localidade incluída no projeto, que aqui está sendo representada somente por uma lista preliminar. Os efeitos causados pelo processo de fragmentação resultante da ação humana (Coimbra-Filho & Câmara 1996), que certamente mascara a real distribuição das espécies nos diversos ambientes da região, não estão sendo aqui abordados.

Quanto às características biogeográficas, considerando apenas como ecossistemas florestados a Floresta Atlântica e a Amazônia, e a Caatinga como área aberta, é possível distribuir a composição geral dos lagartos e anfisbenídeos dos brejos-de-altitude (Tabela 2) composta de 38 espécies (seis anfisbenídeos e 32 lagartos) em seis grupos (Tabela 4): (1) os elementos

exclusivamente atlânticos (*Enyalius bibronii*, *Ophiodes striatus*, *Stenolepis ridleyi* e *Strobilurus torquatus*, 10,5% das espécies), com ocorrências registradas para áreas de Mata Atlântica (Jackson 1978, Rodrigues *et al.* 1989, Rodrigues 1990, Freire 2001); (2) os exclusivamente amazônicos (*Aulura anomala*, *Anolis brasiliensis* e *Colobosaura modesta*, 7,9%), com ocorrências citadas para áreas da Amazônia (Vanzolini & Williams 1970, Gans 1971, Ávila-Pires 1995); (3) os elementos atlânticos e amazônicos simultaneamente (*Anolis fuscoauratus*, *Cercosaura ocellata*, *Mabuya cf. nigropunctata*, *Polychrus marmoratus* e *Kentropyx calcarata*, 13,2%) Duellman 1978, Cunha *et al.* 1985, Nascimento *et al.* 1988, (Zimmerman & Rodrigues 1990, Ávila-Pires 1995); (4) os elementos exclusivamente de ambientes secos ou abertos (*Briba brasiliana*, *Gymnodactylus geckoides*, *Hemidactylus agrius*, *Lygodactylus klugei* e *Phyllopezus pollicaris*, 13,2%), que ocorrem nas áreas de caatinga circundantes (Vanzolini *et al.* 1980, Rodrigues 1986); (5) os elementos de ampla distribuição (*Ameiva ameiva*, *Amphisbaena alba*, *A. pretrei*, *A. vermicularis*, *Cnemidophorus ocellifer*, *Coleodactylus meridionalis*, *Diploglossus lessonae*, *Hemidactylus mabouia*, *Iguana iguana*, *Leposternon polystegum*, *Mabuya heathi*, *Micrablepharus maximiliani*, *Polychrus acutirostris*, *Tropidurus hispidus*, *T. semitaeniatus* e *Tupinambis merianae*, grupo mais representativo, 42,0%), que são registrados tanto em ambientes florestados como abertos e (6) os elementos endêmicos (*Amphisbaena* sp., *Colobosauroides cearensis*, *Leposoma baturitensis*, *Mabuya arajara* e *Placosoma* sp., atualmente 13,2%), principais responsáveis pela conotação peculiar de cada brejo-de-altitude.

Os componentes dos três primeiros grupos e do sexto são espécies ecologicamente dependentes de ambientes florestados (umbrófilas), perfazendo um total de 17 espécies (44,8%).

Este resultado faz crer que, de fato, os brejos-de-altitude localizados no Estado do Ceará sofreram influências pretéritas atlântica e amazônica muito intensas. Juntas, as duas colaboraram com 12 espécies (31,6%), sendo a influência exclusivamente atlântica maior, com quatro espécies (10,5%) do que a amazônica com três (7,9%). É provável que a Teoria dos Refúgios, que usa as variações glaciais ocorridas no Quaternário para explicar a distribuição da biodiversidade tropical atual, ainda traga as melhores explicações para a existência dessas herpetofaunas. O modelo foi inicialmente aventado por Moreau (1969) para a África oriental e posteriormente proposto para a região Neotropical por Haffer (1969, 1977, 1979) usando dados de aves da Amazônia, por Brown (1977, 1982) com borboletas e por Vanzolini & Williams (1970, 1981) usando distribuição de répteis, sem comentar os numerosos dados botânicos. Embora seja considerado por alguns autores (Endler 1982, Cracraft 1988, Salgado-Labouriau 1996) como insuficiente para alguns padrões e complicado de ser testado, no caso específico dos enclaves relictuais, que são ambientes florestados completamente isolados pelos domínios secos circundantes, demonstra certa coerência. Nos enclaves este modelo tem sido corroborado pela distribuição disjunta de certos grupos, como o gênero *Adelophryne* (Hoogmoed *et al.* 1994), *Leposoma* (Rodrigues & Borges 1997), *Mabuya* (Rebouças-Spieker 1981, Vanzolini & Williams 1981), *Lachesis* (Zamudio & Greene 1997, Borges-Nojosa & Lima-Verde 1999) e os escorpiões do gênero *Broteochactas* (Lourenço 1988). Segundo Borges (1991), pode ser que os brejos-de-altitude sejam áreas remanescentes de pelo menos duas grandes expansões pretéritas ocorridas em momentos relativamente recentes: uma no período Holoceno (aproximadamente 5.000–6.000 anos), durante o último ótimo-climático cogitado por vários autores (Ab'Sáber 1971, Bigarella *et al.* 1975, Bigarella & Andrade-Lima 1982, Brown 1977, Vanzolini

& Williams 1970), e outra no final do período Pleistoceno (cerca de 23.000–40.000 anos, entre o Illinoian-Wiscosin), durante um período sub-úmido (Vanzolini & Williams 1970, A. N. Ab'Sáber, comunicação pessoal).

A influência da Caatinga sobre a herpetofauna, confirmada nos resultados pelo quarto grupo com elementos exclusivos de áreas abertas (cinco espécies, 13,2%), e pelos 16 elementos de ampla distribuição (cerca de 42,0% das espécies), é outro item que merece ser avaliado melhor, embora já seja inegável afirmar que ela existe e provavelmente está aumentando gradativamente.

Agradecimentos

Aos Srs. Francisco Clécio T. Aragão, Luiz W. Lima-Verde, Sebastião C. Máximo, José A. Carneiro, José Edílson da Silva, Elias J. O. dos Santos, Valdecí B. da Silva, Fernando T. de Araújo, Francisco das Chagas L. da Silva, Daniel C. Lima, Airton O. M. do Amaral, Juliana A. G. da Silva, Weber A. Girão e Silva e Sra. Rosa F. de Oliveira, amigos, estagiários e/ou mateiros, pela ajuda e colaboração nas coletas; aos Drs. P. E. Vanzolini e M. T. Rodrigues pelo empréstimo do material do MZUSP; a C. Castro-Mello, pela colaboração na localização deste material; Aos Drs. M. T. Rodrigues (Universidade de São Paulo), C. F. Rocha (Universidade do Estado do Rio de Janeiro), R. Fernandes, M. Soares, C. A. G. Cruz, J. Pombal Jr. e D. M. Teixeira (Museu Nacional / UFRJ), M. S. Hoogmoed (National Natuurhistorisch Museum) e T. C. Ávila-Pires (Museu Paraense Emílio Goeldi) pelas discussões e sugestões; ao Prof. Rubens M. Borges (UFC) pela leitura do manuscrito. Pesquisa financiada pela FBPN, MacArthur Foundation, CNPq e UFC.

Referências Bibliográficas

- AB'SÁBER, A. N. 1971. A organização natural das paisagens inter e subtropicais brasileiras. Pp.1-14 in: III Simpósio Sobre o Cerrado. EDUSP e Edgard Blücher Ltda, São Paulo, Brasil.
- AB'SÁBER, A. N. 1977. Os domínios morfoclimáticos da América do Sul. Primeira aproximação. *Geomorfologia*, São Paulo, 52: 1-22.
- ANDRADE, G. O. & R. C. LINS. 1964. Introdução ao estudo dos “Brejos” pernambucanos. *Universidade do Recife, Arquivos do Instituto de Ciências da Terra* 2: 21-34.
- ANDRADE-LIMA, D. 1953. Notas sobre a dispersão de algumas espécies vegetais do Brasil. *Anais da Sociedade de Biologia de Pernambuco* 11: 25-49.
- ANDRADE-LIMA, D. 1957. Estudos fitogeográficos de Pernambuco. *Arquivos do Instituto de Pesquisa Agronômica de Pernambuco* 2: 1-44.
- ANDRADE-LIMA, D. 1964. Esboço fitoecológico de alguns “brejos” de Pernambuco. *Arquivos do Instituto de Pesquisa Agronômica de Pernambuco* 8: 1-10.
- ANDRADE-LIMA, D. 1966a. Contribuição ao estudo do paralelismo da flora amazônico-nordestina. *Arquivos do Instituto de Pesquisa Agronômica de Pernambuco* 19: 1-30.
- ANDRADE-LIMA, D. 1966b. Vegetação. Pp.11 in: IBGE, Conselho Nacional de Geografia (Ed.), *Atlas Nacional do Brasil*. Rio de Janeiro.
- ANDRADE-LIMA, D. 1982. Present-day forest refuges in Northeastern Brazil. Pp. 245-251 in: G. T. Prance (ed.) *Biological Diversification in the Tropics*. Columbia University Press, New York.
- AMARAL, A. O. M. & D. M. BORGES-NOJOSA. 2001. Estudo preliminar da herpetofauna da Serra da Aratanha – Estado do Ceará. Pp.162 in: Anais do XIII Encontro de Zoologia do Nordeste, São Luís, Brasil.

11. Lagartos e Anfisbenídeos (Squamata) dos Brejos Nordestinos

- ÁVILA-PIRES, T. C. S. 1995. Lizards of Brazilian Amazonia (Reptilia: Squamata). *Zoologische Verhandelingen* 3-706.
- BEZERRA, E. C., J. E. G. BEZERRA & M. F. S. MENDES. 1997. Precipitações. Pp. 22-23 in: IPLANCE (ed.) *Atlas do Ceará*. Fundação Instituto de Planejamento do Ceará, Governo do Estado do Ceará, SEPLAN, Fortaleza.
- BIGARELLA, J. J. & D. ANDRADE-LIMA. 1982. Paleoenvironmental changes in Brazil. Pp. 27-40 in: G. T. Prance (ed.) *Biological Diversification in the Tropics*. Columbia University Press, New York.
- BIGARELLA, J. J., D. ANDRADE-LIMA & P. J. RIEHS. 1975. Considerações a respeito das mudanças paleoambientais na distribuição de algumas espécies vegetais e animais no Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 47 (Suplemento): 411-464.
- BORGES, D. M. 1991. *Herpetofauna do Maciço de Baturité, Estado do Ceará: Composição, Ecologia e Considerações Zoogeográficas*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.
- BORGES, D. M. & J. S. LIMA-VERDE. 1992. Notas sobre a distribuição geográfica de *Ophiodes striatus* (Spix, 1824) (Lacertilia: Anguinae). P.130 in: Anais do XII Congresso Latino-Americano de Zoologia, Belém, Brasil.
- BORGES-NOJOSA, D. M. 1999. *Zoneamento da Área de Proteção Ambiental da Chapada do Araripe – Relatório da Herpetofauna*. URCA & IBAMA, Crato.
- BORGES-NOJOSA, D. M. 2002. *Amphisbaenidae e Gymnophthalmidae dos Brejos-de-altitude do Estado do Ceará: Composição, Caracterização Taxonômica e Considerações Biogeográficas (Squamata: Amphisbaenia, Sauria)*. Tese de Doutorado, Museu Nacional – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- BORGES-NOJOSA, D. M. & U. CARAMASCHI. 2000. Geographic distribution: *Aulura anomala*. *Herpetological Review* 31: 108.

- BORGES-NOJOSA, D. M. & D.C. LIMA. 2001. Dieta de *Drymoluber dichrous* (Peters, 1863) dos Brejos-de-Altitude do Estado do Ceará – Brasil (Serpentes, Colubridae). *Boletim do Museu Nacional, Zoologia* 468: 1-5.
- BORGES-NOJOSA, D. M. & J. S. LIMA-VERDE. 1999. Geographic distribution: *Lachesis muta rhombeata*. *Herpetological Review* 30: 235.
- BRAGA, R. A. 1962. *História da Comissão Científica de Exploração*. Imprensa Universitária do Ceará, Fortaleza.
- BRASIL, T. P. S. 1997. *Ensaio Estatístico da Província do Ceará – Tomo I*. (Fac-símile da edição publicada em 1863). Fundação Waldemar Alcântara, Fortaleza.
- BROWN, JR., K. S. 1977. Centros de evolução, refúgios quaternários e conservação de patrimônios genéticos na região Neotropical: padrões de diferenciação em Ithomiinae (Lepidoptera: Nymphalidae). *Acta Amazonica* 7: 75-137.
- BROWN, JR., K. S. 1982. Paleogeography and regional patterns of evolution in Neotropical forest butterflies. Pp. 255-308 in: G. T. Prance (ed.) *Biological Diversification in the Tropics*. Columbia University Press, . New York.
- CAVALCANTE, A. M. B., J. J. SOARES & M. A. FIGUEIREDO. 2000. Comparative phytosociology of tree sinusiaes between contiguous forests in different stages of succession. *Revista Brasileira de Biologia* 60: 551-562.
- CERQUEIRA, R., M. V. VIEIRA & L. O. SALLES. 1989. Habitat and reproduction of *Rhipidomys cearanus* at São Benedito, Ceará (Rodentia, Cricetidae). *Ciência & Cultura* 41: 1009-1013.
- COIMBRA-FILHO, A. F. & I. G. CÂMARA. 1996. *Os Limites Originais do Bioma Mata Atlântica na Região Nordeste do Brasil*. Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza, Rio de Janeiro.

11. Lagartos e Anfisbenídeos (Squamata) dos Brejos Nordestinos

- COIMBRA-FILHO, A. F., I. G. CÂMARA & A. B. RYLANDS. 1995. On the geographic distribution of the red-handed howler monkey, *Alouatta belzebul*, in Northeastern Brasil. *Neotropical Primates* 3: 176-179.
- CRACRAFT, J. 1988. Deep-history biogeography: retrieving the historical pattern of evolving continental biotas. *Systematic Zoology* 37: 221-236.
- CUNHA, O. R., J. S. LIMA-VERDE & A. C. M. LIMA. 1991. Novo gênero e espécie de lagarto (*Colobosauroides cearensis*) no Estado do Ceará (Lacertilia: Teiidae). *Boletim do Museu Paranaense Emilio Goeldi* 7: 163-176.
- CUNHA, O. R., F. P. NASCIMENTO & T. C. S. ÁVILA-PIRES. 1985. Os répteis da área de Carajás, Pará, Brasil (Testudines e Squamata). *Publicações Avulsas do Museu Paranaense Emilio Goeldi* 1: 1-40.
- DUCKE, A., 1959. Estudos botânicos no Ceará. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 31: 211-308.
- DUELLMAN, W. E. 1978. The biology of an equatorial herpetofauna in Amazonian Ecuador. *Miscellaneous Publications of the Museum of Natural History of the University of Kansas* 65: 1-352.
- DUELLMAN, W. E. 1990. Herpetofaunas in Neotropical Rainforest: comparative composition, history, and resource use. Pp. 455-505 in: A. H. Gentry (ed.) *Four Neotropical Rainforests*. Yale University Press, New Haven.
- ENDLE, J. A. 1982. Pleistocene forest refuges: fact or fancy? Pp. 641-657 in: G. T. Prance (ed.) *Biological Diversification in the Tropics*. Columbia Univ. Press, New York.
- FERNANDES, A. 1990. *Temas Fitogeográficos*. Editora Stylus Comunicações, Fortaleza.
- FERRAZ, E. M. N., M. J. N. RODAL, E. V. S. B. SAMPAIO & R. C. A. PEREIRA. 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: 7-15.

- FIGUEIREDO, M. A. 1988. As serras-úmidas no Ceará e a produção alimentar para o semi-árido cearense. *Coleção Mossoroense* 523: 1-15.
- FIGUEIREDO, M. A. 1997. Unidades Fitoecológicas. Pp. 28-29 in: IPLANCE (ed.) *Atlas do Ceará*. Fundação Instituto de Planejamento do Ceará, Governo do Estado do Ceará, SEPLAN, Fortaleza.
- FIGUEIREDO, M. A. & M. A. BARBOZA. 1990. A vegetação e a flora na Serra de Baturité - Ceará. *Coleção Mossoroense* 747: 1-10.
- FIGUEIREDO, M. A., A. FERNANDES, M. B. DIÓGENES & S. S. OLIVEIRA. 1990. A família Rubiaceae na Serra de Baturité-Ceará. *Coleção Mossoroense* 749: 1-11.
- FREIRE, M. E. X. 2001. *Composição, Taxonomia, Diversidade e Considerações Zoogeográficas Sobre a Fauna de Lagartos e Serpentes de Remanescentes da Mata Atlântica do Estado de Alagoas, Brasil*. Tese de Doutorado, Museu Nacional / Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- FROST, D. R., M. T. RODRIGUES, T. GRANT & T. A. TITUS. 2001. Phylogenetics of the lizards genus *Tropidurus* (Squamata: Tropiduridae: Tropidurinae): direct optimization, descriptive efficiency, and sensitivity analysis of congruence between molecular data and morphology. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 21: 352-371.
- GANS, C. 1971. Redescription of three monotypic genera of amphisbaenians from South America: *Aulura* Barbour, *Bronia* Gray, and *Mesobaena* Mertens. *American Museum Novitates* 2475:1-32.
- GOMES, M. A. F., 1978. O Maciço de Baturité - uma abordagem ecológica. Pp. 39-59 in: Anais do III Encontro Nacional de Geógrafos, Fortaleza, Brasil.
- GREGORIN, R. 1996. *Variação Geográfica e Taxonomia das Espécies Brasileiras do Gênero Alouatta Lacépède, 1799 (Primates, Atelidae)*. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.

11. Lagartos e Anfisbenídeos (Squamata) dos Brejos Nordestinos

- GUEDES, P. G., D. M. BORGES-NOJOSA, J. A. G. SILVA & L. O. SALLES. 2000a. Novos Registros de *Alouatta* Lacépède, 1799 no Estado do Ceará (Primates, Atelidae). *Neotropical Primates* 8: 29-30.
- GUEDES, P. G., S. S. P. SILVA, A. R. CAMARDELLA, M. F. G. ABREU, D. M. BORGES-NOJOSA, J. A. G. SILVA & A. A. SILVA. 2000b. Diversidade de Mamíferos do Parque Nacional de Ubajara (Ceará, Brasil). *Mastozoologia Neotropical* 7: 95-100.
- HAFER, J. 1969. Speciation in Amazonian Forest birds. *Science* 165: 131-137.
- HAFER, J. 1977. Pleistocene speciation in Amazonian birds. *Amazoniana* 6: 161-192.
- HAFER, J. 1979. Quaternary biogeography of tropical lowland South America. Pp. 107-140 in: W. E. Duellman (ed.) *The South American Herpetofauna: Its Origin, Evolution and Dispersal*. Monograph of the Museum of Natural History of the University of Kansas 7.
- HOOGMOED, M. S., D. M. BORGES, & P. CASCON, 1994. Three new species of the genus *Adelophryne* (Amphibia: Anura: Leptodactylidae) from northeastern Brazil, with remarks on the other species of the genus. *Zoologische Mededelingen*. 68: 271-300.
- IBAMA. 2001. *Plano de Manejo do Parque Nacional de Ubajara – Fase II*. Ministério do Meio-Ambiente, Brasília.
- IBDF. 1981. *Plano de Manejo: Parque Nacional de Ubajara*. Brasília, Ministério do Meio-Ambiente, Brasília.
- IBGE. 1985. *Atlas nacional do Brasil*. IBGE, Rio de Janeiro.
- IPLANCE. 1997. *Atlas do Ceará*. Fundação Instituto de Planejamento do Ceará, Governo do Estado do Ceará, Fortaleza.
- JACKSON, J. F. 1978. Differentiation in the genera *Enyalius* and *Strobilurus* (Iguana): implications for Pleistocene climatic changes in Eastern Brazil. *Arquivos de Zoologia* 30: 1-79.

D. M. Borges-Nojosa & U. Caramaschi

- LANGGUTH, A., D. M. TEIXEIRA, R. A. MITTERMEIER & C. R. BONVICINO. 1987. The red-handed howler monkey in northeastern Brazil. *Primate Conservation* 8: 36-39.
- LIMA, D. C. 1999. *Aspectos Sistemáticos, Zoogeográficos e Ecológicos da Herpetofauna da Serra de Maranguape, Estado do Ceará*. Monografia de Graduação, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- LIMA-VERDE, J. S. 1991. *Estado Atual do Conhecimento Sobre a Fauna Reptiliana do Ceará*. Tese de Professor Titular, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- LEITE, F. A. B. & J. N. MARQUES. 1997. Solos. Pp. 20-21 in: IPLANCE (ed.) *Atlas do Ceará*. Fundação Instituto de Planejamento do Ceará, Governo do Estado do Ceará, SEPLAN, Fortaleza.
- LOPES, H. S. 1974. Sarcophagid flies Diptera from Pacatuba, State of Ceará, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia* 34: 271-294.
- LOURENÇO, W. R. 1988. Première evidence de la presence d'une faune scorpionique Amazonienne relictuelle dans les "brejos" de la Caatinga du Nord-est du Bresil. *C.R.Xème Coll. Europ. Arachnol. Bull. Soc. Sci.* 59: 147-154.
- MARES, M. A., M. R. WILLIG, K. E. STREILEIN & T. E. LACHER, JR. 1981. The mammals of Northeastern Brazil: a preliminary assessment. *Annals of Carnegie Museum of Natural History* 50: 81-137.
- MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 1993. *Prioridades Para Conservação da Biodiversidade da Mata Atlântica do Nordeste*. Conservation International, Fundação Biodiversitas & Sociedade Nordestina de Ecologia. Mapa, Brasília.
- MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2000. *Avaliação e Ações Prioritárias Para a Conservação da Biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos*. Conservation International do Brasil, Fundação SOS Mata Atlântica, Fundação Biodiversitas, Instituto de Pesquisas

11. Lagartos e Anfisbenídeos (Squamata) dos Brejos Nordestinos

Ecológicas, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, SEMAD/ Instituto Estadual de Florestas-MG, Brasília.

- MITTERMEIER, R. A., N. MYERS, C. G. MITTERMEIER & N. MYERS. 1999. *Hotspots: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions*. CEMEX Editora, México.
- MOREAU, R. E. 1969. Climatic changes and distribution of forest vertebrates in West African *Journal of Zoology* 158: 39-61.
- NASCIMENTO, F. P., T. C. ÁVILA-PIRES & O. R. CUNHA. 1988. Répteis Squamata de Rondônia e Mato Grosso coletados através do Programa Polonoroeste. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi* 4: 21-65.
- NASCIMENTO, F. P. & J. S. LIMA-VERDE. 1989. Ocorrência de ofídios de ambientes florestais em enclaves de matas úmidas do Ceará. (Ophidia: Colubridae). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi* 5: 95-100.
- PAIVA, M. P. 1973. Distribuição e abundância de alguns mamíferos selvagens no Estado do Ceará. *Ciência & Cultura* 25: 442-450.
- PAIVA, M. P. & E. CAMPOS. 1995. *Fauna do Nordeste do Brasil: Conhecimento Científico e Popular*. Banco do Nordeste, Fortaleza.
- PICCININI, R. S., 1974. Lista provisória dos quirópteros da coleção do Museu Paraense Emílio Goeldi (Chiroptera). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi* (77): 1-32.
- PRANCE, G. T., 1982. Forest refuges: evidence from woody angiosperms. Pp. 137-244 in: G. T. Prance (ed.) *Biological Diversification in the Tropics*. Columbia University Press, New York.
- REBOUÇAS-SPIEKER, R. 1981. Sobre uma nova espécie de *Mabuya* do Nordeste do Brasil (Sauria, Scincidae). *Papéis Avulsos do Departamento de Zoologia* 34: 121-123.
- RIZZINI, C. T. 1963. Nota prévia sobre a divisão fitogeográfica do Brasil. *Revista Brasileira de Geografia* 24: 1-64.

D. M. Borges-Nojosa & U. Caramaschi

- ROCHA, F. D. 1948. Subsídios para o estudo da fauna cearense (catálogo das espécies por mim coligidas e notadas). *Revista Trimensal do Instituto Ceará* 62: 102-138.
- ROCHA, F. D. 1950. Subsídios para o estudo da fauna cearense (catálogo das espécies por mim coligidas e notadas). *Revista Trimensal do Instituto Ceará* 64: 284-313.
- ROCHA, F. D. 1954. Subsídios para o estudo da fauna cearense (catálogo das espécies por mim coligidas e notadas). *Revista Trimensal do Instituto Ceará* 68: 185-204.
- RODRIGUES, M. T. 1986. Uma nova espécie do gênero *Phyllopezus* de Cabaceiras: Paraíba: Brasil: com comentários sobre a fauna de lagartos da área (Sauria, Gekkonidae). *Papéis Avulsos do Departamento de Zoologia* 36: 237-250.
- RODRIGUES, M. T. 1990. Os lagartos da Floresta Atlântica brasileira: distribuição atual e pretérita e suas implicações para estudos futuros. Estrutura, manejo e função. Pp. 404-410 *in*: Anais do II Simpósio Sobre Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira, São Paulo, Brasil.
- RODRIGUES, M. T. 2000. A new species of *Mabuya* (Squamata: Scincidae) from the semiarid caatingas of northeastern Brazil. *Papéis Avulsos do Departamento de Zoologia* 41: 313-328.
- RODRIGUES, M. T. & D. M. BORGES. 1997. A new species of *Leposoma* (Squamata: Gymnophthalmidae) from a relictual forest in semiarid Northeastern Brazil. *Herpetologica* 53: 1-6.
- RODRIGUES, M. T., Y. YONENAGA-YASSUDA & S. KASAHARA. 1989. Notes on the ecology and karyotypic description of *Strobilurus torquatus* (Sauria, Iguanidae). *Revista Brasileira de Genética* 12: 747-759.
- SALGADO-LABOURIAU, M.L. 1996. *História Ecológica da Terra*. Edgard Blücher Ltda, São Paulo.

11. Lagartos e Anfisbenídeos (Squamata) dos Brejos Nordestinos

- SALES, M. F., S. J. MAYO & M. J. N. RODAL. 1998. *Plantas Vasculares das Florestas Serranas de Pernambuco: Um Checklist da Flora Ameaçada dos Brejos de Altitude, Pernambuco, Brasil*. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- SILVA, A. A. 1996. *Revisão Sistemática da Espécie Mabuya nigropunctata, Spix, 1825 (Sauria, Scincidae)*. Monografia de Graduação, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- SILVA, W. A. G. 2000. *Distribuição Altitudinal da Avifauna na Serra de Aratanha, Pacatuba-CE*. Monografia de Graduação, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- SOUZA, M. J. N. 1997. Geomorfologia. Pp.18-19 in: IPLANCE (ed.) *Atlas do Ceará*. Fundação Instituto de Planejamento do Ceará, Governo do Estado do Ceará, SEPLAN, Fortaleza.
- THOMAS, O. 1910. On mammals from Ceará. *Annals and Magazine of Natural History*, 8: 500-503.
- VANZOLINI, P. E. 1953. Sobre o gênero *Phyllopezus* Peters (Sauria, Gekkonidae). *Papéis Avulsos do Departamento de Zoologia* 11: 353-369.
- VANZOLINI, P. E. 1968a. Lagartos brasileiros da Família Gekkonidae (Sauria). *Papéis Avulsos do Departamento de Zoologia* 17: 1-84.
- VANZOLINI, P. E. 1968b. Geography of the South American gekkonidae (Sauria). *Papéis Avulsos do Departamento de Zoologia* 17: 85-112.
- VANZOLINI, P. E. 1981. A quasi-historical approach to the natural history of differentiation of reptiles in the tropical geographic isolates. *Papéis Avulsos do Departamento de Zoologia* 34: 189-204.
- VANZOLINI, P. E. & E. E. WILLIAMS. 1970. South American anoles: the geographic differentiation and evolution of the *Anolis chrysolepis* species group (Sauria, Iguanidae). *Arquivo de Zoologia* 19: 1-298.

D. M. Borges-Nojosa & U. Caramaschi

- VANZOLINI, P. E. & E. E. WILLIAMS. 1981. The vanishing refuge: a mechanism for ecogeographic speciation. *Papéis Avulsos do Departamento de Zoologia* 34: 251-255.
- VANZOLINI, P. E., A. M. M. RAMOS-COSTA & L. J. VITT, 1980. *Répteis das Caatingas*. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro.
- ZAMUDIO, K. R. & H. W. GREENE. 1997. Philogeography of the Bushmaster (*Lachesis muta*: Viperidae): implications for neotropical biogeography, systematics and conservation. *Biological Journal of the Linnean Society* 62: 421-442.
- ZIMMERMAN, B. & M. T. RODRIGUES. 1990. Frogs, snakes, and lizards of the INPA-WWF Reserves near Manaus, Brazil. Pp. 426-454 in: A. Gentry (ed.) *Four Neotropical Forests*. Yale University Press, New Haven.

11. Lagartos e Anfisbenídeos (Squamata) dos Brejos Nordestinos

Apêndice. Lista do Material Examinado:

Família Amphisbaenidae

Amphisbaena alba:

BRASIL: CEARÁ: **planalto da Ibiapaba:** IBIAPINA: Cidade de Ibiapina: UFC L1204. Sítio Santo Antônio: UFC L2245. Cinta da Boa Vista: MNRJ 9305. Ladeira do Mucambo: MNRJ 9306, UFC L2266. SÃO BENEDITO: Inhuçú, Sítio Buriti-apuá: MNRJ 9304. TIANGUÁ: Estrada Tianguá-Ubajara: UFC L2199. UBAJARA: Cidade de Ubajara: MNRJ 9307. **serra de Maranguape:** MARANGUAPE. Linha da Serra: UFC L2247. Trilha do Cascatinha: UFC L2120. Tanques: UFC L1563. **serra da Aratanha:** PACATUBA: UFC L2235. **maciço de Baturité:** GUARAMIRANGA: Linha da Serra: UFC L2246.

Amphisbaena pretrei:

BRASIL: CEARÁ: **planalto da Ibiapaba:** IBIAPINA: Ladeira do Mucambo: UFC L2278. UBAJARA: Murimbeca: UFC L2012, MNRJ 9308, UFC L2073. **chapada do Araripe:** BARBALHA: Arajara: MZUSP 52.360-366. CRATO: MZUSP 47.717.

Amphisbaena sp.:

BRASIL: CEARÁ: **serra de Maranguape,** MARANGUAPE: Linha da Serra: UFC L2122, UFC L2129, UFC L2243. **maciço de Baturité,** PACOTI: Monguba: MZUSP 87775-76, MNRJ 9322, UFC L2241. Sítio Olho d'Água dos Tangarás: MNRJ 9321, UFC L2281. MULUNGU: Sítio Lorena: UFC L2244.

Amphisbaena vermicularis:

BRASIL: CEARÁ: **planalto da Ibiapaba:** IBIAPINA: Sítio Santo Antônio: MNRJ 9309, UFC L2061, MNRJ 9310. SÃO BENEDITO: Inhuçú, Sítio Buriti-apuá: UFC L2036. **serra de Maranguape:** MARANGUAPE: Comunidade planalto do Cajueiro: UFC L2124, UFC L2270.

Aulura anomala:

BRASIL: CEARÁ: **planalto da Ibiapaba:** IBIAPINA: Cinta Boa Vista: MNRJ 9313-14, UFC L2274. Ladeira do Mucambo: UFC L2271. SÃO BENEDITO:

D. M. Borges-Nojosa & U. Caramaschi

Inhuçú, Sítio Buriti-apuá: UFC L2002. Queimadas, Sítio Genipapo: MNRJ 9311-12. UBAJARA: Fazenda Buriti-INCRA: UFC L2019.

Leposternon polystegum:

BRASIL: CEARÁ: **planalto da Ibiapaba**. IBIAPINA: cidade de Ibiapina: UFC L2062-66, MNRJ 9316. Cinta Boa Vista: UFC L2042, MNRJ 9320. Ladeira do Mucambo: MNRJ 9315, MNRJ 9317-18, UFC L2207-08. SÃO BENEDITO: Inhuçú, Sítio Buriti-apuá: UFC L2035, UFC L2101. Queimadas, Sítio Genipapo: UFC L2206. TIANGUÁ: Fazenda Gameleira: UFC L2038. UBAJARA: Fazenda Buriti-INCRA: MNRJ 2286. Murimbeca: UFC L2070-71, UFC L2205. **serra de Maranguape**: MARANGUAPE: Linha da Serra: UFC L1959, UFC L2209-10. **serra da Aratanha**: PACATUBA: UFC L2237. **chapada do Araripe**: BARBALHA: Arajara: MZUSP 52338-39, 52341, 52345, 52347-48, 52351-53, 52358. CRATO: Floresta Nacional do Araripe: MZUSP 45928.

Família Anguidae

Diploglossus lessonae:

BRASIL: CEARÁ: **serra de Maranguape**: UFC L1851, UFC L1853. Balneário Pirapora: UFC L2123. **serra da Aratanha**: UFC L1852. **serra de Baturité**: GUARAMIRANGA: Linha da Serra: UFC L2299. PACOTI: UFC L2116. Sítio São Luiz: UFC L2300-01. **chapada do Araripe**: UFC L2102; MZUSP 52312, 52314, 52317, 52326-27, 52334, 54284.

Ophiodes striatus:

BRASIL: CEARÁ: **planalto da Ibiapaba**: IBIAPINA: cidade de Ibiapina: UFC L2067. Cinta Boa Vista: UFC L2044, UFC L2304. Ladeira do Mucambo: UFC L1940, UFC L2306. SÃO BENEDITO: Espadeiro: UFC L2307. Queimadas: UFC L1994-95, UFC L2302, UFC L2305. UBAJARA: Fazenda Buriti-INCRA: UFC L1991. Sítio São Luís: UFC L2303.

Família Gekkonidae

Briba brasiliiana:

BRASIL: CEARÁ: **planalto da Ibiapaba**: IBIAPINA: Sítio Goiabeiras: UFC L2087, UFC L2090. Ladeira do Mucambo: UFC L2089. UBAJARA: Pousada Le Village: UFC L2104.

11. Lagartos e Anfisbenídeos (Squamata) dos Brejos Nordestinos

Coleodactylus meridionalis:

BRASIL: CEARÁ: **planalto da Ibiapaba**: TIANGUÁ: Fazenda Gameleira: UFC L2354-55. UBAJARA: Fazenda Buriti-INCRA: UFC L1975-80. Parque Nacional de Ubajara: UFC L2091-92. Sítio Santana: UFC L1903. **serra de Maranguape**: MARANGUAPE: Clube Cascatinha: UFC L1904. Trilha do Derretido: UFC L2352. Trilha da Rajada: UFC L1964-66, 2353. **serra da Aratanha**: PACATUBA: UFC L1981. **maciço de Baturité**: UFC L2369-70. ARATUBA: Lameirão: UFC L2360-61. GUARAMIRANGA: Sítio Riacho Fundo: UFC L1898-1902. Sítio São José: UFC L1956, UFC L2371. PACOTI: UFC L1982-83. Sítio Floresta: UFC L2364-65. Sítio São Gonçalo: UFC L2366-68. Sítio São Joaquim: UFC L2362-63. **chapada do Araripe**: MZUSP 51686. Floresta Nacional do Araripe, Crato: UFC L2358, UFC L2430-33.

Gymnodactylus geckoides:

BRASIL: CEARÁ: **maciço de Baturité**: MULUNGU: UFC L1984. **chapada do Araripe**: MZUSP 51687-88, 54016-17, 54019, 54021-22.

Hemidactylus agrius:

BRASIL: CEARÁ: **planalto da Ibiapaba**: IBIAPINA: Ladeira do Mucambo: UFC L2348. **serra de Maranguape**: MARANGUAPE: Clube Cascatinha: UFC L2279. Sítio Irmãos Maristas: UFC L1960-61, UFC L2094. **serra da Aratanha**: PACATUBA: UFC L2204, UFC L2214-15, UFC L2279.

Hemidactylus mabouia:

BRASIL: CEARÁ: **planalto da Ibiapaba**: IBIAPINA: Ladeira do Mucambo: UFC L2324-26, UFC L2330. Sítio Pimentas: UFC L2193. TIANGUÁ: Fazenda Gameleira: UFC L2327, UFC L2331-33. UBAJARA: Fazenda Buriti-INCRA: UFC L2023. Pousada Le Village: UFC L2110. Sítio São Luís: UFC L2329. Parque Nacional de Ubajara: UFC L2328, 1973-74. **serra de Maranguape**: MARANGUAPE: Linha da Serra: UFC L2127, UFC L2320-23. Sítio Irmãos Maristas: UFC L2319. **maciço de Baturité**: GUARAMIRANGA: Hotel Remanso: UFC L2310, UFC L21312. MULUNGU: Cidade de Mulungu: UFC L2311. Sítio Lorena: UFC L2315. PACOTI: Cidade de Pacoti: UFC L2314. Sítio Olho d'Água dos Tangarás: UFC L2317-18. Sítio Pau do Alho: UFC L2030-31.

D. M. Borges-Nojosa & U. Caramaschi

Sítio São Luís: UFC L2313. PALMÁCIA: Sítio Rabay: UFC L2316. **chapada do Araripe**: BARBALHA: Arajara: UFC L2098-99.

Lygodactylus klugei:

BRASIL: CEARÁ: **serra de Maranguape**: MARANGUAPE: Sítio Irmãos Maristas: UFC L2289.

Phyllopezus pollicaris:

BRASIL: CEARÁ: **planalto da Ibiapaba**: SÃO BENEDITO: Inhuçu: UFC L2047. **serra de Maranguape**: MARANGUAPE: Trilha do Cascatinha: UFC L2084. **serra da Aratanha**: PACATUBA: UFC L2213. **maciço de Baturité**: MULUNGU: Avenida: UFC L2715. **chapada do Araripe**: BARBALHA: Arajara: MZUSP 51689, 54041, 54043, 54046, 54048, 54050-51

Família Gymnophthalmidae

Cercosaura ocellata:

BRASIL: CEARÁ: **planalto da Ibiapaba**: SÃO BENEDITO: Inhuçu: UFC L2140. Queimadas: UFC L1196-97, UFC L2029.

Colobosaura modesta:

BRASIL: CEARÁ: **planalto da Ibiapaba**: UBAJARA: Fazenda Buriti-INCRA: UFC L2020, UFC L2146. Parque Nacional de Ubajara: UFC L1971, UFC L2139, UFC L2147.

Colobosauroides cearensis:

BRASIL: CEARÁ: **planalto da Ibiapaba**: UBAJARA: Parque Nacional de Ubajara: UFC L2673-74, UFC L2636-37, UFC L2639, UFC L2678, UFC L2641, UFC L2645, UFC L2705, UFC L2710. Fazenda Buriti-INCRA: UFC L2638, UFC L2640, UFC L2642-44, UFC L2646-49, UFC L2680, UFC L2683, UFC L2685, UFC L2687, UFC L2696, UFC L2702, UFC L2704, UFC L2707, UFC L2709. **serra de Maranguape**: MARANGUAPE: Trilha do Pico da Rajada: UFC L1963, UFC L1967, UFC L2130. **serra da Aratanha**: PACATUBA: UFC L2222. **maciço de Baturité**: ARATUBA: Lameirão, Sítio Brejo: UFC L2634. GUARAMIRANGA: Sítio Monte Belo: UFC L2625. MULUNGU: Cidade de Mulungu: UFC L2650-52. Sítio Lorena: UFC L2622-

11. Lagartos e Anfisbenídeos (Squamata) dos Brejos Nordestinos

24, UFC L2653-55, UFC L2626-30-33, UFC L2656-62, UFC L2670-71, MNRJ 7283-85. PACOTI: UFC L2669. Granja, Horto Florestal: UFC L2664-68.

Leposoma baturitensis:

BRASIL: CEARÁ: **planalto da Ibiapaba**: SÃO BENEDITO: Queimadas, Sítio Genipapo: UFC L2051. **serra de Maranguape**: MARANGUAPE: Linha da Serra: UFC L2524. Trilha da Rajada: UFC L1962. **maciço de Baturité**: GUARAMIRANGA: Hotel Remanso: UFC L1891. Sítio Arábia: UFC L1948 (Parátipo). Sítio Riacho Fundo: UFC L1892. Sítio São José: UFC L1951-53 (Parátipos). PACOTI: Monguba, Sítio Barbosa: MZUSP 79378 (Holótipo). Sítio São Gonçalo: MZUSP 79379 (Parátipo). Sítio Olho d'Água dos Tangarás: DMB 391 (exemplar doado ao MZUSP).

Micrablepharus maximiliani:

BRASIL: CEARÁ: **planalto da Ibiapaba**: IBIAPINA: Ladeira do Mucambo: UFC L2618, UFC L2141. SÃO BENEDITO: Queimadas, Sítio Genipapo: UFC L2291. TIANGUÁ: Fazenda Gameleira: UFC L2039, UFC L2293-97. UBAJARA: Fazenda Buriti-INCRA: UFC L1992, UFC L2015-18, UFC L2619. Sítio Boa Vista: UFC L2292. Sítio Murimbeca: UFC L2077. **maciço de Baturité**: MULUNGU: Mulungu: UFC L1941, UFC L2620-21. Quebrada da Pedra Alta: UFC L1946. Sítio Lorena: UFC L1942, UFC L1944. Sítio Umaitá: UFC L1943, UFC L1945, UFC L1947. **chapada do Araripe**: CRATO: Floresta Nacional do Araripe: UFC L2290.

Placosoma sp.:

BRASIL: CEARÁ: **serra de Maranguape**: MARANGUAPE: Linha da Serra: UFC L2117-18, UFC L2525-27, MZUSP 88071. Trilha da Rajada: UFC L1958. **maciço de Baturité**. PACOTI. Sítio Olho d'Água dos Tangarás: UFC L1998.

Stenolepis ridleyi:

BRASIL: CEARÁ: **planalto da Ibiapaba**: SÃO BENEDITO: Inhuçu: UFC L2013-14, UFC L2034. **maciço de Baturité**: ARATUBA: Lameirão: UFC L2183. GUARAMIRANGA: Sítio Álvaro: UFC L2119. Sítio São José: UFC L1954-55, UFC L2185. MULUNGU: Sítio Lorena: UFC L2142-45, UFC L2181-82, UFC L2184, UFC L2186.

D. M. Borges-Nojosa & U. Caramaschi

Família Iguanidae:

Iguana iguana:

BRASIL: CEARÁ: **serra da Aratanha**: PACATUBA: UFC L855, UFC L1370. **maciço de Baturité**: MULUNGU: Cidade de Mulungu: UFC L2617. Quebrada do Pingador: UFC L1567.

Família Polychrotidae

Anolis fuscoauratus:

BRASIL: CEARÁ: **planalto da Ibiapaba**: IBIAPINA: UFC L2115, UFC L2068-69. Ladeira do Mucambo: UFC L2178, UFC L2537. SÃO BENEDITO: Meia Cinta: UFC L2107. Queimadas: UFC L1989-90, UFC L2028. Sítio Buriti-apuá: UFC L2037, UFC L2171, UFC L2538. Sítio São Vicente: UFC L2170, UFC L2536. TIANGUÁ: Fazenda Gameleira: UFC L1985-86, UFC L2172. UBAJARA: Fazenda Buriti: UFC L1987-88, UFC L1993, UFC L2021-22. Parque Nacional de Ubajara: UFC L1968-70. Pousada Le Village: UFC L2168-69. Sítio Lagoa: UFC L2108-09. Sítio Murimbeca: UFC L2076. **serra de Maranguape**: MARANGUAPE: Clube de Serra Cascatinha: UFC L2097. Linha da Serra: UFC L2125, UFC L2534-35. Trilha do Pico da Rajada: UFC L2173-74, UFC L2540. **serra da Aratanha**: PACATUBA: UFC L2202-03. **maciço de Baturité**: ARATUBA: Lameirão: UFC L2157-58. GUARAMIRANGA: UFC L2093, UFC L2539. Hotel Remanso: UFC L2154. Sítio Álvaro: UFC L2153. Sítio Arábia: UFC L2151-52. Sítio Bom Retiro: UFC L2150. Sítio Riacho Fundo: UFC L2149. Sítio Sinimbu: UFC L2155, UFC L2167. MULUNGU: Sítio Lorena: UFC L2156, UFC L2165. PACOTI: Monguba: UFC L2148, UFC L2224-25. Santana: UFC L2533. Sítio Barbosa: UFC L2163. Sítio Carmelina: UFC L2159, UFC L2166. Sítio Olho d'Água dos Tangarás: UFC L2082-83, UFC L2532. Sítio São José: UFC L2160-62, UFC L2164. Sítio Pau do Alho: UFC L2179, UFC L2530-31

Anolis brasiliensis:

BRASIL: CEARÁ: **chapada do Araripe**: BARBALHA: Arajara: UFC L2541. CRATO: Floresta Nacional do Araripe: UFC L2175-76, UFC L2529.

11. Lagartos e Anfisbenídeos (Squamata) dos Brejos Nordestinos

Enyalius bibronii:

BRASIL: CEARÁ: **planalto da Ibiapaba**: IBIAPINA: Cinta da Boa Vista: UFC L2474, UFC L2477. Ladeira do Mucambo: UFC L2473, UFC L2475. UBAJARA: UFC L2496-2505. Murimbeca: UFC L 2005, UFC L2476. **serra da Aratanha**: PACATUBA: UFC L2217, UFC L2223. **maciço de Baturité**: MULUNGU: Avenida: UFC L2484. Camará: UFC L2485. Cidade de Mulungu: UFC L2486, UFC L2488. Couros: UFC L2482. Quebrada do Pingador: UFC L2492-93. Sítio Lorena: UFC L1738-43, UFC L2478, UFC L2483, UFC L2489-91. Sítio Tabosa: UFC L2479, UFC L2494. GUARAMIRANGA: Linha da Serra: UFC L2481. Sítio São José: UFC L2495. PACOTI: Sítio Olho d'Água dos Tangarás: UFC L2480. **chapada do Araripe**: CRATO: Floresta Nacional do Araripe: UFC L2463-72.

Polychrus acutirostris:

BRASIL: CEARÁ: **planalto da Ibiapaba**: IBIAPINA: Sítio Santo Antônio: UFC L2114. UBAJARA: Murimbeca: UFC L2058, UFC L2462. **serra de Maranguape**: MARANGUAPE: UFC L2461. Comunidade planalto do Cajueiro: UFC L2459-60. Linha da Serra: UFC L2121. **serra da Aratanha**: PACATUBA: UFC L2216. Sítio São Jerônimo: UFC L1537. **maciço de Baturité**: MULUNGU: Cidade de Mulungu: UFC L2453-54. Quebrada do Pingador: UFC L2456-58. Sítio Lorena: UFC L2455. **chapada do Araripe**: Exemplares do MZUSP.

Polychrus marmoratus:

BRASIL: CEARÁ: **planalto da Ibiapaba**: IBIAPINA: Cinta da Boa Vista: UFC L2450. Ladeira do Mucambo: UFC L2438, UFC L2447, UFC L2451. SÃO BENEDITO: Queimadas: UFC L2448. UBAJARA: Murimbeca: UFC L2449, UFC L2057, UFC L2074, UFC L2434. **maciço de Baturité**: GUARAMIRANGA: Linha da Serra: UFC L2441. MULUNGU: Couros: UFC L2443-45. Sítio Lorena: UFC L1744-45, UFC L2240. PACOTI: Cidade de Pacoti: UFC L2446. Pau do Alho: UFC L2442. Sítio Barbosa: UFC L2439. Sítio Olho d'Água dos Tangarás: UFC L2081, UFC L2452.

D. M. Borges-Nojosa & U. Caramaschi

Família Scincidae

Mabuya arajara:

BRASIL: CEARÁ: **chapada do Araripe**: BARBALHA: Arajara: Série-tipo com 113 exemplares depositados no MZUSP.

Mabuya heathi:

BRASIL: CEARÁ: **planalto da Ibiapaba**: IBIAPINA: Ladeira do Mucambo: UFC L2548, UFC L2552-54, UFC L2556-58. SÃO BENEDITO: Queimadas: UFC L2053-54, UFC L2551. Sítio Santo Antônio: UFC L2549-50. UBAJARA: Murimbeca: UFC L2006-07, UFC L2078, UFC L2555. **maciço de Baturité**: MULUNGU: UFC L2373. Couros: UFC L2546. Sítio Lorena: UFC L2543-44, UFC L2547, UFC L2560. Sítio Umaitá: UFC L2545. **chapada do Araripe**: MZUSP 52165-66, 52176, 52179, 52183-84, 54256, 54262-63, 54265, 54268, 54270, 54277-78, 54281. CRATO: Floresta Nacional do Araripe: UFC L2559.

Mabuya cf. nigropunctata:

BRASIL: CEARÁ: **planalto da Ibiapaba**: UBAJARA: Parque Nacional de Ubajara: UFC L2569-70. **maciço de Baturité**: GUARAMIRANGA: UFC L2587-88. Cruz: UFC L2574-76. Hotel Remanso: UFC L2584. Sítio Álvaro: UFC L2585-86. MULUNGU: UFC L2567-68, UFC L2577. Sítio Lorena: UFC L1569-70, UFC L1592, UFC L2571-73, UFC L2589-2605, UFC L2611-16. Sítio Monte Líbano: UFC L1593. Sítio Umaitá: UFC L2606-07. PACOTI: UFC L2566. Horto: UFC L2562. Monguba: UFC L2579-83. Santana: UFC L2608-10. Sítio Barbosa: UFC L2578. Sítio São Gonçalo: UFC L2561. Sítio Olho d'Água dos Tangarás: UFC L2563-64. Pau do Alho: UFC L2565, UFC L2079-80, UFC L2230.

Família Teiidae

Ameiva ameiva:

BRASIL: CEARÁ: **planalto da Ibiapaba**: IBIAPINA: Cidade de Ibiapina: UFC L2059. Cinta Boa Vista: UFC L2045. Ladeira do Mucambo: UFC L2730-35. SÃO BENEDITO: Inhuçu: UFC L2024-25, UFC L2032-33, UFC L2736. Queimadas: UFC L2026, UFC L2048-49, UFC L2738-40. TIANGUÁ: Fazenda Gameleira: UFC L2729. UBAJARA: UFC L1972. Parque Nacional de Ubajara: UFC L2741. Sítio Murimbeca: UFC L2075, UFC L2737. **serra de**

11. Lagartos e Anfisbenídeos (Squamata) dos Brejos Nordestinos

Maranguape: UFC L2126, UFC L2726-28. **maciço de Baturité:** GUARAMIRANGA: Hotel Remanso: UFC L2719-20. MULUNGU: Sítio Lorena: UFC L1568, UFC L1596, UFC L2716-17. Sítio Umaitá: UFC L2724. PACOTI: Horto Florestal: UFC L2721. Sítio Carmelina: UFC L2718, UFC L2725. Sítio Olho d'Água dos Tangarás: UFC L2722-23. **chapada do Araripe:** MZUSP 52046, 52051-52, 52055-57. Floresta Nacional do Araripe: UFC L2742-43.

Cnemidophorus ocellifer:

BRASIL: CEARÁ: **planalto da Ibiapaba:** IBIAPINA: Cinta Boa Vista: UFC L2046, UFC L2752. SÃO BENEDITO: Queimadas: UFC L2027, UFC L2050, UFC L2749, UFC L2753. Sítio Santo Antônio: UFC L2745-48. UBAJARA: Cidade de Ubajara: UFC L2111-13. Fazenda Buriti-INCRA: UFC L2041, UFC L2744. Sítio Murimbeca: UFC L2750-51. **chapada do Araripe:** MZUSP 7524-26, 7528, 7531, 7542, 54316, 54323-24, 54327-28, 57594-96, CRATO: UFC L2100, UFC L2754.

Kentropyx calcarata:

BRASIL: CEARÁ: **maciço de Baturité:** PACOTI: Santana, Sítio Florestinha: UFC L2180.

Tupinambis merianae:

BRASIL: CEARÁ: **maciço de Baturité:** GUARAMIRANGA: UFC L2004. MULUNGU: Sítio Lorena: UFC L2755.

Família Tropiduridae

Tropidurus hispidus:

BRASIL: CEARÁ: **planalto da Ibiapaba:** IBIAPINA: Ladeira do Mucambo: UFC L2106. SÃO BENEDITO: Queimadas: UFC L2052. Sítio Santo Antônio: UFC L2519-21. TIANGUÁ: Fazenda Gameleira: UFC L2040, UFC L2506, UFC L2522. UBAJARA: Fazenda Buriti-INCRA: UFC L2518. Sítio Murimbeca: UFC L2008-11, UFC L2056. **serra de Maranguape:** MARANGUAPE: Linha da Serra: UFC L2088, UFC L2128, UFC L2516. Sítio Irmãos Maristas: UFC L2512. Trilha do Pico da Rajada: UFC L2513-15. **maciço de Baturité:** GUARAMIRANGA: Hotel Remanso: UFC L2413. Pico Alto: UFC L2407. Sítio

D. M. Borges-Nojosa & U. Caramaschi

Riacho Fundo: UFC L2508. Sítio Uruguaiana: UFC L2410. MULUNGU: Avenida: UFC L2406. Sítio Couros: UFC L2414. Sítio Lorena: UFC L2405, UFC L2411, UFC L2415, UFC L2418, UFC L2509. Sítio Monte Líbano: UFC L2412. Sítio Umaitá: UFC L2416-17. PACOTI: Monguba: UFC L2408-09. Sítio Barbosa: UFC L2407. Sítio Carmelina: UFC L2510. Sítio Olho d'Água dos Tangarás: UFC L2511. **chapada do Araripe**: BARBALHA: Arajara: UFC L2103. CRATO: UFC L2101, UFC L2523.

Tropidurus semitaeniatus:

BRASIL: CEARÁ: **planalto da Ibiapaba**: UBAJARA: Cachoeira do Frade: UFC L2424. Sítio Murimbeca: UFC L2006. **serra de Maranguape**: MARANGUAPE: Clube Cascatinha: UFC L2095-96. Sítio Irmãos Maristas: UFC L2420-21, UFC L2748. Trilha do Cascatinha: UFC L2422-23, UFC L2086. **serra da Aratanha**: PACATUBA: UFC L2218. **maciço de Baturité**: GUARAMIRANGA: Pico Alto: UFC L2746-47. MULUNGU: Quebrada do Pingador: UFC L2745. PALMÁCIA: Água Verde: UFC L2419.

Strobilurus torquatus:

BRASIL: CEARÁ: **planalto da Ibiapaba**: IBIAPINA: Cinta do Mucambo: UFC L2105. **serra de Maranguape**: MARANGUAPE: Trilha da Rajada: UFC L1957, UFC L2426-29. **serra da Aratanha**: PACATUBA: UFC L2211-12, UFC L2236. **maciço de Baturité**: GUARAMIRANGA: Sítio Arábia: UFC L2425, MZUSP 87586-87.

SEÇÃO III
Processos Ecológicos

RECURSOS FLORAIS E SISTEMAS DE POLINIZAÇÃO E SEXUAIS EM CAATINGA

Isabel Cristina Machado & Ariadna Valentina Lopes

Introdução

Os atributos florais sejam eles morfológicos, fisiológicos ou ecológicos estão relacionados aos vetores de polinização e uma análise dessas características pode auxiliar na determinação dos polinizadores (*cf.* Faegri & Pijl 1979, Endress 1994, Proctor *et al.* 1996). Esse conjunto de atributos florais caracteriza as diferentes síndromes de polinização (*sensu* Vogel 1954, Faegri & Pijl 1979), as quais constituem um importante guia para subsidiar estudos de ecologia da polinização. Apesar das limitações que as síndromes de polinização apresentam (*e.g.*, Waser 1983, Herrera 1995), não se pode negar a grande contribuição e importância das mesmas para os estudos em ecologia da polinização, bem como para o entendimento da biologia da polinização em nível de comunidade (Rebelo *et al.* 1985, Ramirez *et al.* 1990, Muchhala & Jarrín-V 2002). De acordo com Cruden (1997) e Johnson & Steiner (2000), as síndromes florais podem ser efetivamente testadas por comparações em larga escala entre os diversos atributos florais e os polinizadores.

A morfologia floral pode excluir alguns visitantes e atrair polinizadores potenciais, uma vez que a diversidade de tipos florais

também está associada ao desenvolvimento sensorial dos vetores bióticos de pólen, particularmente aqueles relacionados à capacidade de distinguir e memorizar certos padrões florais (Leppik 1968, Faegri & Pijl 1979, Ramirez *et al.* 1990). Em adição, há algumas relações interdependentes entre o tamanho das flores e o dos polinizadores (Feinsinger & Colwell 1978, Frankie *et al.* 1983). A ocorrência de diferentes recompensas florais indica a presença de diferentes tipos de polinizadores, algumas vezes bem especializados como, por exemplo, as abelhas Anthophoridae e Euglossini as quais polinizam flores que oferecem óleos, perfumes ou resinas como recursos (Vogel 1966, 1974, Dressler 1968a, b, Armbruster 1984).

A biologia da polinização de uma comunidade pode fornecer dados para responder a várias questões relacionadas à manutenção do fluxo gênico intraespecífico, sucesso reprodutivo, partilha e competição por polinizadores e também sobre conservação de habitats naturais afetados por processos de fragmentação.

De maneira semelhante, a biologia reprodutiva de espécies tropicais tem sido estudada enfocando aspectos relacionados ao fluxo gênico e especiação em algumas comunidades de plantas (Baker 1959, Federov 1966, Bawa 1974, 1980, Bawa *et al.* 1985a, b, Bawa & Hadley 1990, Gibbs 1990, Ibarra-Manriquez & Oyama 1992, Bullock 1995b). Os tipos e frequências dos sistemas sexuais, particularmente a dioiccia, têm também recebido atenção em estudos de floras, tanto tropicais, como temperadas e árticas (Bawa 1980, Flores & Schemske 1984, Fox 1985, Steiner 1988, Renner & Ricklefs 1995, Oliveira & Gibbs 2000). As características das flores e frutos e os sistemas sexuais e de polinização têm também sido relacionados com a dinâmica de florestas e em processos sucessionais (Ibarra-Manriquez & Oyama 1992).

Estudos acerca dos sistemas sexuais e de polinização de florestas tropicais e suas relações ecológicas têm sido desenvolvidos principalmente nos neotrópicos: na Costa Rica (Bawa *et al.* 1985a, b), no México (Bullock 1985a, Ibarra-Manriquez & Oyama 1992, Kress & Beach 1994) e na Venezuela (Ruiz-Zapata & Arroyo 1978, Sobrevila & Arroyo 1982, Ramirez *et al.* 1990). No Brasil, estudos com estes tipos de abordagens são encontrados em Silberbauer-Gottsberger & Gottsberger (1988), Barbosa (1997) e Oliveira & Gibbs (2000), em áreas do Cerrado, em Ormond *et al.* (1991, 1993) com espécies de restinga e em Silva *et al.* (1997), com espécies de Mata Atlântica.

Com relação às outras áreas biogeográficas, foram feitas investigações na região do Mediterrâneo (Dafni & O'Toole 1994) e no sudeste da Ásia (Kato 1996, Momose *et al.* 1998). Contudo, são necessários ainda mais estudos no sentido de permitir o reconhecimento da existência ou não de diferentes padrões entre as diversas comunidades de plantas.

A Caatinga é um tipo vegetacional semi-árido único, ocorrendo somente no Brasil (Sampaio 1995, Aguiar *et al.* 2002, MMA 2002) quase que exclusivamente na região Nordeste. É a quarta maior formação vegetacional do Brasil, após a Amazônia, o Cerrado e a Mata Atlântica (Aguiar *et al.* 2002), cobrindo cerca de 800.000 km² do território brasileiro (MMA 2002), incluindo ca. 82.000 km² (82,88%) do Estado de Pernambuco (Huec 1972), o que corresponde a quase 50% da região Nordeste e 8,6% do País. Recentemente a Caatinga foi reconhecida como uma das 37 “Grandes Regiões Naturais do Mundo” (Gil 2002).

A vegetação da Caatinga é do tipo floresta decidual, podendo ter fisionomia arbustiva a arbórea, ocorrendo em áreas com marcada sazonalidade e baixos índices de precipitação pluviométrica (*e.g.*, 500-750 mm/ano) (ver Sampaio 1995 e Rodal

& Melo 1999 para detalhes). As chuvas são irregularmente distribuídas ao longo do ano (de três a cinco meses), havendo déficit hídrico durante a maior parte dos meses; as temperaturas variam entre 23 e 27°C (*cf.* Sampaio 1995, Rodal & Melo 1999).

Apesar da grande extensão e considerando a importância da Caatinga para o nordeste do Brasil, poucas são ainda as informações ecológicas sobre este ecossistema, havendo uma carência de publicações enfocando a biologia e dinâmica das espécies. Estudos acerca de processos de polinização e dos sistemas sexuais de espécies da Caatinga são da mesma forma escassos (ver Machado 1996 e Machado & Lopes 2002 para revisão) e estas investigações enfocam principalmente uma ou poucas espécies (Pinheiro *et al.* 1991, Vogel & Machado 1991, Machado & Sazima 1995, Locatelli & Machado 1999, Lewis & Gibbs 1999, Piedade-Kiill & Ranga 2000, Quirino & Machado 2001, Machado *et al.* 2002). Estudos de ecologia da polinização de espécies da Caatinga em nível de comunidade são ainda mais raros (*v.* Machado 1990, 1996, Machado & Lopes 2002), embora o conhecimento desses processos seja essencial para a manutenção da biodiversidade de áreas fragmentadas (Bawa 1990) e para programas de manejo deste ecossistema.

As áreas da Caatinga estão, ano após ano, sofrendo mais e mais ação antrópica, com altos níveis de devastação, resultando em perda de fauna e flora nativas (Sampaio 1995, MMA 2002). Como consequência, a florística e fisionomia da vegetação estão sendo profundamente alteradas, sendo as áreas reduzidas a pequenos fragmentos, havendo, conforme mencionado, poucos estudos acerca da biologia e ecologia das espécies.

Este trabalho apresenta, pela primeira vez, dados relativos à ocorrência e frequência dos sistemas de polinização e sexuais (hermafroditismo, incluindo heterostilia, monoicia e dioicia) de

espécies ocorrentes em comunidades da Caatinga. Objetivamos caracterizar os padrões gerais relacionados aos atributos florais e a biologia reprodutiva neste tipo de vegetação, de maneira a facilitar comparações com os dados existentes para comunidades de plantas de outras áreas tropicais. Espera-se ainda poder subsidiar estudos detalhados de guildas de polinização e programas existentes de conservação.

Material e métodos

Locais de estudo e espécies

O estudo inclui espécies referidas na literatura como ocorrentes em vegetação de caatinga (*e.g.* Andrade-Lima 1989, Ferraz *et al.* 1998, Rodal & Melo 1999 e referências citadas). A maior parte das observações foi realizada em três áreas de caatinga localizadas na zona rural do Estado de Pernambuco. Essas áreas apresentam diferentes fisionomias e possuem levantamentos florísticos e fitossociológicos (Ferraz *et al.* 1998, Rodal *et al.* 1998, Figueiredo *et al.* 2000).

Uma das áreas, Sítio Riacho, localiza-se no Município de Alagoinha (8°27' S e 36°46' W; 762 m altitude), possui ca. 80 ha e dista ca. 200 km de Recife. O clima neste local é do tipo semi-árido, Bs s'h' segundo classificação de Köppen, sendo julho o mês menos quente. O número de meses secos varia de cinco a sete sendo a temperatura média de 22°C e a precipitação pluviométrica de ca. 550 mm (Griz & Machado 2001). A vegetação – classificada como caatinga arbustiva densa *sensu* Egler (1951) – é caracterizada pela grande presença de arbustos ramificados e tortuosos.

A segunda área localiza-se no Município de Buíque, distando 285 km da capital. O local de estudo, Vale do Catimbáu (8°67' S e 37°11' W), foi recentemente transformado em um Parque Nacional. A vegetação deste vale difere da encontrada em outras áreas da Caatinga em geral, tanto em fisionomia quanto em termos de espécies (Rodal *et al.* 1998). A altitude da área varia de 800 a 1000 m e a precipitação média anual é de 1095,9 mm, com o período chuvoso entre janeiro e junho, sendo os maiores índices de chuva registrados entre abril e junho; a temperatura média anual é de 25°C (SUDENE 1990).

A terceira área situa-se a ca. 700 km da costa, no Município de Serra Talhada (7°59' S e 38°19'W). A área de estudo (Fazenda Saco) pertence à Estação Experimental da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA). A altitude é de ca. 600 m e a precipitação média anual de 650 mm, com grande variação ano a ano. Geralmente há um longo período seco entre junho e dezembro, com chuvas concentradas entre janeiro e maio. A temperatura média anual é de 26°C, havendo pouca variação mensal (Machado *et al.* 1997a). A vegetação é dominada por arbustos, a maioria com ca. 3 a 4 m de altura e ca. 3 a 6 cm de diâmetro à altura do peito (DAP); poucas árvores alcançam 15 m de altura e DAP de 60 cm (Ferraz *et al.* 1998). Como na primeira área, o estrato herbáceo não é muito denso, sendo constituído principalmente por plantas anuais, as quais completam o ciclo de vida dentro de um período chuvoso.

Um total de 147 espécies (incluindo 24 árvores, 62 arbustos, 35 ervas, 21 lianas e 5 epífitas), distribuídas em 34 famílias e 91 gêneros foram estudadas (ver Apêndice). Espécimes-testemunho foram depositados no Herbário UFP, da Universidade Federal de Pernambuco.

Atributos e recompensas florais e sistemas de polinização

O sistema de polinização foi primeiramente inferido pela análise dos atributos florais e das síndromes de polinização (*sensu* Faegri & Pijl 1979) e, para a grande maioria das espécies, confirmado através de observações visuais diretas no campo, em excursões realizadas no período de janeiro de 1994 a setembro de 2002. Para algumas espécies foram estudados espécimes depositados em herbários (IPA, PUFRRP e UFP) e também usada literatura disponível (ver Andrade-Lima 1989, Machado 1996, Machado & Lopes 2002 e referências citadas). Para a comunidade de Alagoinha são apresentadas observações e análises detalhadas de interações de alguns grupos de polinizadores, como abelhas, borboletas e beija-flores, com as respectivas plantas visitadas, a partir dos dados de Machado (1990).

Para cada espécie foram registrados atributos florais como forma, tamanho, cor e recompensa floral. Adicionalmente, para algumas espécies foram feitas observações acerca da biologia floral, incluindo registro e análise do comportamento dos visitantes e polinizadores. Durante o trabalho de campo, flores e botões foram fixados em etanol 70% e/ou FAA 70%.

Flores das espécies estudadas foram classificadas de acordo com o tipo floral (“classes estruturais”) modificado de Faegri & Pijl (1979). Oito tipos florais foram considerados: (1) tubo, (2) goela, (3) taça (disco), (4) pincel, (5) estandarte, (6) campânula, (7) câmara e (8) inconspícuo (atribuído a flores muito pequenas – até 4 mm).

As flores foram enquadradas em sete categorias de cores, considerando a cor predominante mais conspícua: (1) branca; (2) vermelha; (3) esverdeada (incluindo bege e creme); (4) amarela; (5) laranja; (6) lilás/violeta (incluindo azul) e (7) rosa (claro e choque).

As medidas das flores (comprimento e diâmetro) foram feitas utilizando-se 10 a 20 flores por espécie, as quais foram classificadas como: (1) pequenas: ≤ 10 mm; (2) médias: $> 10 \leq 20$ mm; (3) grandes: $> 20 \leq 30$ mm e (4) muito grande: medindo mais de 30 mm.

As unidades de polinização e a organização das flores e inflorescências foram caracterizadas de acordo com Ramirez *et al.* (1990) como: (1) individual, quando cada flor é visitada individualmente; (2) coletivista, quando as visitas são realizadas à inflorescência como um todo e os visitantes contatam mais de uma flor simultaneamente e (3) intermediária, quando as visitas são individuais ou coletivas dependendo do tamanho e comportamento do visitante/polinizador.

Cinco classes de recursos florais foram consideradas: (1) pólen, (2) néctar, (3) óleo, (4) resina e (5) pólen/néctar. Para cada classe (exceto a última) apenas o recurso principal foi considerado (“atrativo primário” *sensu* Faegri & Pijl 1979).

Para checar as frequências dos sistemas de polinização, as espécies foram agrupadas em guildas de acordo com o principal vetor de polinização: (1) vento, (2) insetos (incluindo abelhas, vespas, borboletas, mariposas, esfingídeos, moscas, besouros e aquelas polinizadas por “diversos pequenos insetos”), (3) beija-flores e (4) morcegos. As espécies melitófilas foram separadas em duas categorias: (1) polinizadas por abelhas médio-grandes (≥ 12 mm) e (2) polinizadas por abelhas pequenas (< 12 mm) (*sensu* Frankie *et al.* 1983).

Sistemas sexuais

A sexualidade das flores foi determinada diretamente no campo ou utilizando espécimes de herbário e/ou literatura. Na maioria dos casos, apenas a expressão morfológica foi

considerada (sem a realização de experimentos de polinização manual). As espécies foram classificadas como: hermafroditas (distinguindo-se as heterostílicas), monóicas, andromonóicas ou dióicas e a proporção de cada sistema sexual foi determinada.

Análises estatísticas

As frequências dos atributos florais foram analisadas e testadas através do teste *G* - BioEstat 2.0 Software.

Resultados e Discussão

Atributos e recompensas florais e sistemas de polinização

Os atributos florais observados para o conjunto de espécies estudadas variaram muito no que diz respeito à cor, tipo floral, simetria e tamanho. Exemplos de algumas espécies e os seus respectivos sistemas de polinização estão na figura 1.

Cor - Foi observada grande proporção de espécies com flores vistosas (62,8%, incluindo espécies com flores vermelhas, amarelas, laranja, lilás/violeta ou rosa) em comparação com espécies com flores claras (branca ou esverdeada, incluindo creme e bege). Flores amarelas foram as mais frequentes (25,0%), seguidas pelas brancas (22,2%) (Figura 2A). Diferente do observado neste estudo, a prevalência de espécies com flores claras tem sido registrada tanto em comunidades com vegetação “aberta” no Brasil (Silberbauer-Gottsberger & Gottsberger 1988, Ormond *et al.* 1993, Barbosa 1997, Oliveira & Gibbs 2000) como em florestas úmidas (Mantovani & Martins 1988, Silva *et al.* 1997). A tabela 1 mostra as frequências das categorias florais quanto à cor em diferentes comunidades vegetais.

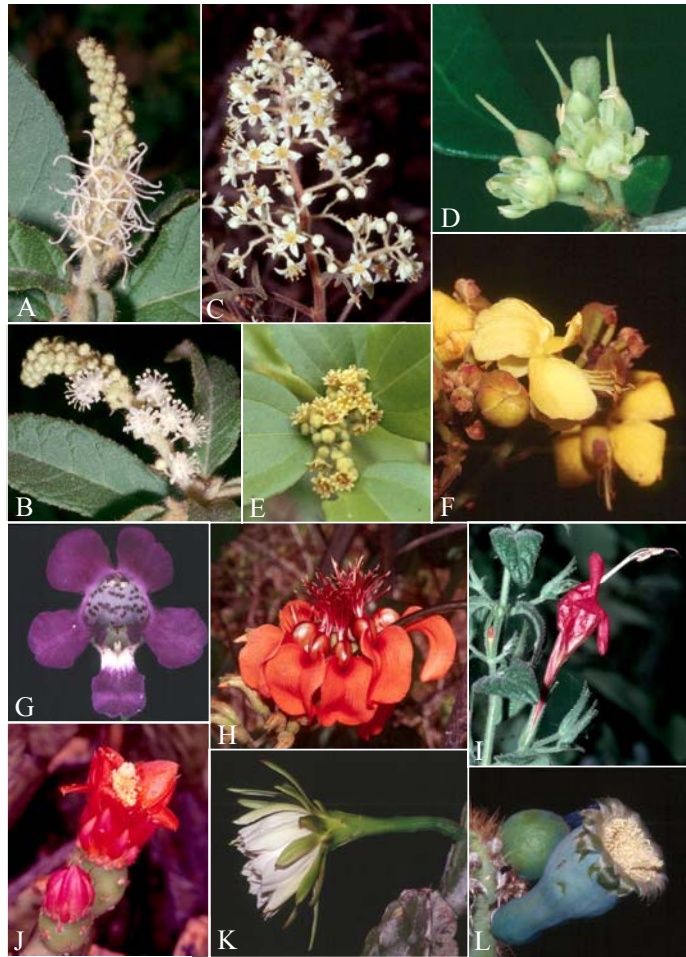


Figura 1. Flores de algumas das espécies estudadas em áreas de caatinga. A - E. Polinizadas por diversos pequenos insetos. A e B. Flores de *Croton* sp. – feminina (A) e masculina (B) (Euphorbiaceae; também polinizadas pelo vento); C. *Spondias tuberosa* (Anacardiaceae); D. *Bumelia sartorum* (Sapotaceae); E - G. Flores melitófilas. E. *Ziziphus joazeiro* (Rhamnaceae); F. *Caesalpinia pyramidalis* (Leguminosae); G. *Angelonia hirta* (Scrophulariaceae); H - J. Flores ornitófilas. H. *Erythrina velutina* (Leguminosae); I. *Ruellia asperula* (Acanthaceae); J. *Opuntia palmadora* (Cactaceae); K. *Cereus jamacaru* (Cactaceae), polinizada por esfingídeos; L. *Pilosocereus cattingicola* (Cactaceae), polinizada por morcegos.

12. Recursos Florais e Sistema de Polinização na Caatinga

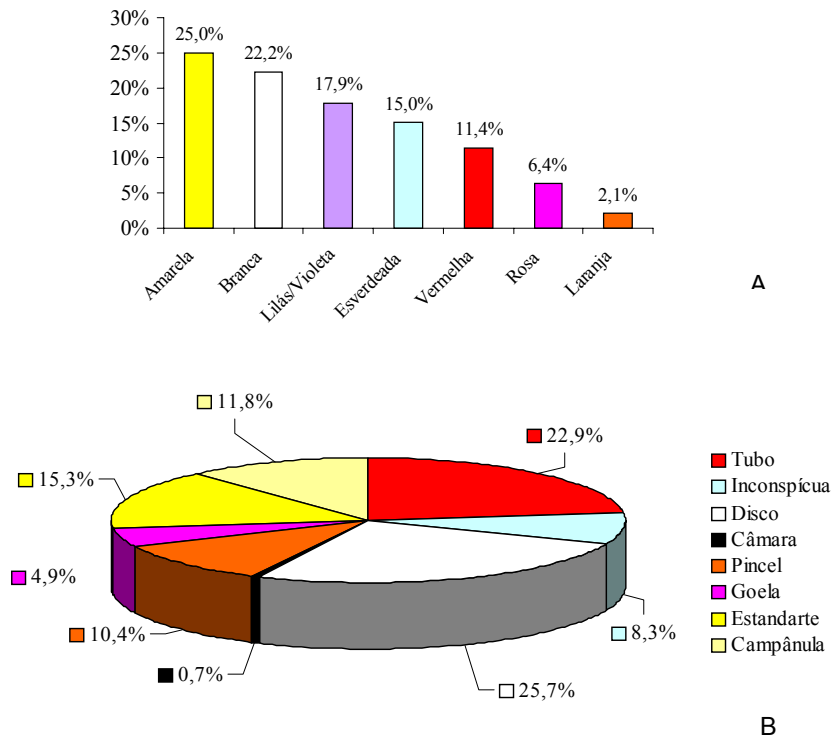


Figura 2. Frequências das cores das flores (A) e dos tipos florais (B) em vegetação de caatinga.

Estudos em florestas tropicais de terras baixas referem-se às frequências de cores de flores como não sendo significativamente correlacionadas aos sistemas de polinização (Momose *et al.* 1998; ver Johnson & Steiner 2000 para revisão). De fato, quando se considera a frequência de um único atributo floral e se compara às frequências dos sistemas de polinização, não está sendo levada em consideração a influência que outros atributos podem estar causando. Contudo, apesar de uma determinada cor não ser fortemente associada a um sistema de polinização específico, não se pode negar que alguns polinizadores visitem preferencialmente

Tabela 1. Frequência das categorias de cor de flor em vários ecossistemas neotropicais [número de espécies (%)].

Cor das flores*	Caatinga (este estudo)	Cerrado Silberbauer-Gottsberger & Gottsberger (1988)	Cerrado Oliveira & Gibbs (2000)	“Arbustal”¹ Ramirez <i>et al.</i> (1990)	Restinga² Ormond <i>et al.</i> (1993)
Amarela	35 (25,0)	56 (23,2)	10 (17,0)	6 (10,9)	13 (9,6)
Laranja	3 (2,1)	-	2 (3,4)	-	-
Esverdeada	21 (15,0)	63 (26,1)	11 (18,6)	9 (16,4)	37 (26,0)
Lilás/Violeta	25 (17,9)	46 (19,1)	4 (6,8)	10 (18,2)	25 (17,8)
Rosa	9 (6,4)	-	3 (5,1)	-	-
Vermelha	16 (11,4)	10 (4,2)	-	8 (14,5)	13 (8,9)
Branca	31 (22,2)	66 (27,4)	29 (49,1)	22 (40,0)	53 (37,7)

*Esverdeada incluindo bege e creme; Lilás/Violeta incluindo azul; Rosa incluindo rosa claro e choque; ¹Vermelho incluindo laranja e rosa; ²Dados somente para espécies nectaríferas.

flores de determinadas cores. Nossos resultados mostram, por exemplo, que dentre as espécies visitadas por esfingídeos e morcegos, houve um predomínio de flores brancas. O mesmo foi observado para beija-flores e flores vermelhas e abelhas médio-grandes e flores amarelas, apesar de flores dessas cores terem recebido visitas também de outros animais (Tabela 2).

Tipos florais e simetria - Foi observada uma grande variação de tipos florais com predominância de flores do tipo disco (abertas) (25,7%), seguidas por flores tubulosas (22,9%) e estandarte (15,3%) (Figura 2B). A alta porcentagem de flores estandarte deve-se ao elevado número de espécies de Leguminosae, onde este tipo floral predomina.

A alta frequência de flores tubulosas e estandartes contribui fortemente para a alta frequência de flores cuja recompensa floral não é facilmente exposta aos visitantes, o que correspondeu a 43,1% das espécies estudadas (representadas por flores dos tipos tubo, goela e estandarte).

Flores actinomorfas foram encontradas na grande maioria das espécies (61,7%), principalmente devido às flores tubulosas e disco (juntamente com os tipos câmara, pincel e inconspícuo). Os demais 38,3% correspondem a espécies com flores zigomorfas. Ramirez *et al.* (1990) também registraram uma alta frequência de espécies com flores radiais (54,6%) em comparação com 12,7% de espécies com flores irregulares e 32,7% bilaterais.

Tamanho - Ao contrário do esperado, a maioria das espécies (54,1%) apresentou flores grandes (11,1%) a muito grandes (43,0%). Espécies com flores pequenas (23,7%) e médias (22,2%) foram quase que igualmente representadas. *Pseudobombax marginatum* (Bombacaceae) e *Pilosocereus* spp. (Cactaceae) foram as espécies com flores maiores, enquanto que *Thiloa glaucocarpa*

Atributos florais		Sistemas de Polinização										
		Vento	Besouros	Vespas	Mariposas	Borboletas	Esfingídeos	Beija-flores	Diversos pequenos insetos	Morcegos	Abelhas médio-grandes	Abelhas pequenas
Deisc. antera	Longitudinal	3	1	2	2	6	11	23	18	20	37	16
	Poricida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	6
Tamanho das flores	≤ 10	3	-	1	1	4	-	1	17	1	2	5
	> 10 e ≤ 20	-	1	-	1	2	-	6	1	1	12	4
	> 20 e ≤ 30	-	-	-	-	-	2	4	-	2	7	1
	> 30	-	-	1	-	-	8	11	1	13	25	10
Cor das flores	Lilás/Violeta	-	-	-	-	1	-	2	1	-	15	8
	Amarela	-	-	-	-	1	1	1	5	3	21	5
	Branca	-	-	1	1	1	7	-	2	13	6	8
	Esverdeada	3	-	1	-	-	3	1	9	4	3	-
	Vermelha	-	-	-	1	-	-	14	1	-	1	-
	Rosa	-	-	-	-	2	-	4	1	-	1	1
Laranja	-	1	-	-	1	-	1	-	-	-	-	

Atributos florais		Sistemas de Polinização										
		Vento	Besouros	Vespas	Mariposas	Borboletas	Esfingídeos	Beija-flores	Diversos pequenos insetos	Morcegos	Abelhas médio-grandes	Abelhas pequenas
Sistema sexual	Hermafrodita (monostilica)	-	1	1	2	5	11	21	7	20	41	12
	Hermafrodita (heterostilica)	-	-	-	-	-	-	1	1	-	1	3
	Dióica	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1	-
	Monóica	3	-	1	-	1	-	1	7	-	2	1
	Andromon.	-	-	-	-	-	-	-	1	-	6	6
Unid. Pol.	Flor	-	1	1	1	2	11	23	3	19	49	18
	Inflorescência (coletivista)	-	-	1	-	4	-	-	11	1	2	4
	Flor/Inflor. (intermed.)	3	-	-	1	-	-	-	4	-	1	-
	Espécies de cada sistema de polinização *	3	1	2	2	6	11	23	19	20	66	

* N= 142 spp.; 5 spp., que não se enquadraram em um sistema de polinização específico, foram excluídas; 7 spp. polinizadas por esfingídeos e morcegos foram incluídas em ambos os sistemas de polinização; 3 spp. polinizadas por vento e diversos pequenos insetos foram incluídas em ambos os sistemas de polinização; 1 spp. polinizada por abelhas e beija-flores foi incluída em ambos os sistemas; 9 spp. polinizadas por abelhas pequenas e abelhas médio-grandes foram incluídas em ambos os sistemas.

(Combretaceae) e *Maprounea* aff. *guianensis* (Euphorbiaceae) tiveram as menores flores. As duas primeiras são visitadas por morcegos e esfingídeos, enquanto que as últimas por diversos pequenos insetos.

De fato, o tamanho das flores é geralmente associado ao tamanho dos respectivos polinizadores (Opler 1980). Alguns estudos, por exemplo, mostram a existência de correlação entre o tamanho do tubo floral e o tamanho dos insetos (Lindsey & Bell 1985), considerando ainda o comprimento da probóscide (Real 1983) ou do bico dos beija-flores (Kodric-Brown *et al.* 1984). Com poucas exceções, flores com tubos curtos, juntamente com flores do tipo disco, pincel e inconspícuas permitem acesso à recompensa floral a uma grande diversidade de polinizadores (cf. Faegri & Pijl 1979).

Em flores ornitófilas alguns autores encontraram correlação positiva entre o comprimento do tubo da corola e a quantidade de néctar (cf. Arizmendi & Ornelas 1990, Lopes 2002, Siqueira-Filho 2003). Contudo, outros estudos não encontraram tal correlação (cf. Buzato 1995, Locatelli & Machado 1999).

Bawa *et al.* (1985b) mencionam que flores com cores claras sendo visitadas por diversos pequenos insetos apresentavam tamanho menor que 10mm. De fato as espécies com flores pequenas foram visitadas por diversos pequenos insetos (*sensu* Bawa & Opler 1975, Bawa *et al.* 1985b). Entretanto, quando as flores pequenas são organizadas em inflorescências densas, permitem a visita de abelhas médio-grandes e também de morcegos e beija-flores. Esta então é uma das razões pelas quais os sistemas de polinização, aqui em especial o generalista, não devem ser inferidos com base apenas no tamanho das flores. Exemplos de espécies com flores pequenas, mas que são bastante atrativas

devido à organização em densas inflorescências, são encontrados em muitas Leguminosae tais como: *Anadenanthera colubrina*, *Mimosa tenuiflora*, *Acacia farnesiana* e *Parapiptadenia zehntneri*, assim como em outras famílias como Combretaceae (*Combretum hilarianum* e *C. pisonioides*) e Amaranthaceae (*Gomphrena vaga*).

Foram observadas também algumas relações entre o tamanho das flores e algumas classes de cores. Flores brancas e esverdeadas (incluindo bege e creme) foram em geral menores e tendendo a formar unidades de polinização coletivistas. Isto foi também observado por Ramirez *et al.* (1990) em uma floresta tropical úmida na Venezuela. Em contraste, flores formando unidades de polinização individuais foram registradas em praticamente todas as classes de cores e tamanhos, também corroborando os registros de Ramirez *et al.* (1990).

Unidades de polinização - A unidade de polinização do tipo individual foi a mais representativa tendo sido registrada em 80,7% das espécies, em contraste com 14,5% de coletivistas e 4,8% do tipo intermediário. Ramirez *et al.* (1990) também registraram maior frequência de espécies com unidades de polinização individuais em uma comunidade tropical arbustiva na Venezuela. Contudo, enquanto que o tipo intermediário foi o menos freqüente no presente estudo, Ramirez *et al.* (1990) encontraram um alto percentual de espécies com este tipo de unidade de polinização (27,3%), espécies coletivistas sendo menos comuns (9,1%). Aqui novamente ficamos surpresas, uma vez que um alto percentual de espécies com unidades coletivistas poderia ser empiricamente esperado para vegetação de caatinga, assim como era também esperado um alto percentual de espécies generalistas, polinizadas por diversos pequenos insetos, conforme discutido adiante nas considerações finais.

Recursos florais - Foi registrada uma grande diversidade de tipos de recompensas florais, incluindo resina e óleo. Néctar foi o recurso mais freqüente (Figura 3A) tanto em nível de espécie, gênero ou família, semelhante ao observado em outros estudos em diferentes ecossistemas (Tabela 3, Percival 1974, Silberbauer-Gottsberger & Gottsberger 1988, Ramirez *et al.* 1990, Barbosa 1997, Silva *et al.* 1997, Oliveira & Gibbs 2000) e foi registrado em 71,5% das espécies aqui estudadas. Este fato está de acordo com a alta porcentagem de espécies polinizadas por insetos que procuram néctar juntamente com espécies ornitófilas e quiropterófilas. Flores de pólen foram registradas em ca. 15,3% das espécies, seguidas por flores de óleo (9,0%), néctar e pólen (2,8%) e resina (1,4%) (Figura 3A). Flores de pólen foram encontradas principalmente em espécies de Leguminosae (*Senna*, *Chamaecrista*) e Solanaceae (*Solanum*). Pólen como recompensa floral é oferecido principalmente por espécies com anteras poricidas, polinizadas por abelhas que vibram o corpo durante as visitas (ver Buchmann 1983). Este tipo de deiscência de antera foi registrado em 11,0% das espécies estudadas (o restante dos 89% das espécies apresentou anteras com deiscência longitudinal). Alta freqüência de espécies com anteras poricidas (30,9%) foi registrada por Ramirez *et al.* (1990), principalmente devido ao grande número de espécies de Melastomataceae, juntamente com espécies de Ericaceae e Ochnaceae, ocorrentes no local por eles estudado.

No presente estudo a porcentagem de espécies com flores oferecendo tanto pólen como néctar como recompensa floral foi menor (2,8%) que a registrada em outras comunidades arbustivas tropicais conforme mostra a tabela 3.

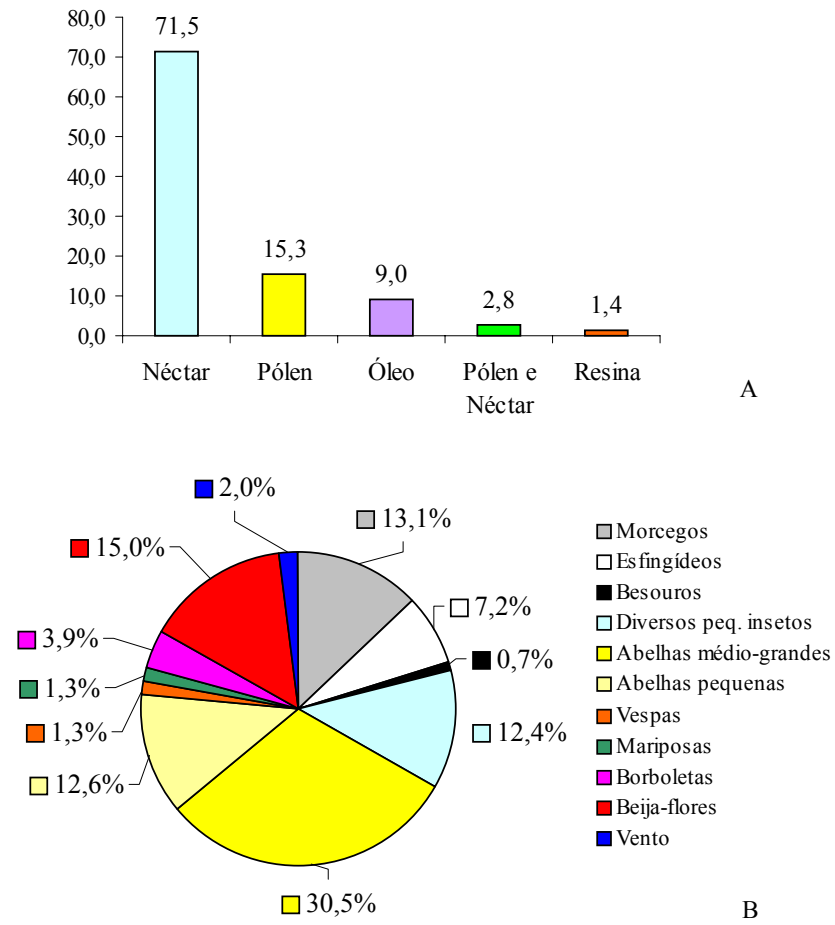


Figura 3. Frequências das recompensas florais (A) e dos sistemas de polinização (B) em vegetação de caatinga.

Tabela 3. Frequência das categorias de recompensas florais em ecossistemas neotropicais [número de espécies (%)].

Recompensas florais	Caatinga (este estudo)	Cerrado Silberbauer-Gottsberger & Gottsberger (1988)	Cerrado Oliveira & Gibbs (2000)	“Arbustal” Ramirez <i>et al.</i> (1990)	Restinga* Ormond <i>et al.</i> (1993)
Néctar	103 (71,5)	128 (45,9)	40 (70,2)	20 (40,8)	141 (62,0)
Pólen	22 (15,3)	46 (16,5)	11 (19,3)	13 (26,5)	-
Néctar + Pólen	4 (2,8)	49 (17,6)	3 (5,3)	14 (28,6)	-
Óleo	13 (9,0)	10 (3,6)	2 (3,5)	-	-
Resina	2 (1,4)	-	-	2 (4,1)	-
Partes florais	0	6 (2,2)	-	-	-
Sem recompensa	0	40 (14,3)	-	-	-
Pólen + Pétalas	0	-	1 (1,7)	-	-
Total de espécies	144	269	57	49	228

*Dados somente para espécies nectaríferas.

Óleos florais como recompensa restringiram-se a espécies herbáceas e arbustivas como em *Angelonia* spp. (Scrophulariaceae) (Vogel & Machado 1991, Machado *et al.* 2002), *Byrsonima* spp. (Malpighiaceae) e *Krameria tomentosa* (Krameriaceae) (Machado *et al.* 1997b). Este tipo de recompensa constitui uma importante fonte de recursos para larvas de abelhas Anthophorini (Vogel 1974) e são essenciais para a manutenção desta guilda de abelhas na comunidade estudada.

Neste estudo, flores oferecendo resina como recompensa floral foram encontradas em *Clusia nemorosa* (Clusiaceae) e *Dalechampia* sp. (Euphorbiaceae). Este tipo de recompensa ocorre em apenas três gêneros de angiospermas (*Clusia*, *Clusiela* e *Dalechampia*), os quais encontram-se distribuídos principalmente em áreas úmidas (*cf.* Armbruster 1984, Bittrich & Amaral 1997, Lopes & Machado 1998). Portanto, a baixa porcentagem de espécies com “flores de resina” na Caatinga era, de fato, esperada.

Sistemas de Polinização

Polinização por insetos foi o sistema de polinização mais freqüente, ocorrendo em 69,9% das espécies estudadas, seguido por polinização por beija-flores (15,0%) e morcegos (13,1%) (Figura 3B; Tabela 4). Entre as espécies entomófilas, 61,7% foram consideradas como melitófilas e as demais (38,3%) como sendo polinizadas pelos diversos outros grupos de insetos. Das 34 famílias investigadas, somente em Tiliaceae (aqui representada por uma única espécie quiropterófila: *Luehea* sp.) não foram registradas espécies entomófilas. Considerando toda a comunidade estudada, a polinização por abelhas foi a mais representativa (43,1%), semelhante ao registrado em outros ecossistemas tropicais (Tabela 4). Polinização por insetos tem sido reportada como sendo o sistema de polinização mais representativo, independente da

Tabela 4. Frequência dos sistemas de polinização neste estudo e em outras comunidades vegetacionais tropicais.

Sistemas de Polinização	Caatinga (este estudo)	Cerrado Silberbauer-Gottsberger & Gottsberger (1988)	Cerrado Oliveira & Gibbs (2000)	Restinga ¹ Ormond <i>et al.</i> (1993)	“Arbustal” Ramirez <i>et al.</i> (1990)	Floresta úmida Bawa <i>et al.</i> (1985b)	Floresta úmida Kress & Beach (1994)	Floresta de Dipterocarpaceae Kato (1996)
Vento	2,0	13,6	0,0	-	8,2	2,5	2,5	0,0
Besouros	0,7	2,8	2,0	-	2,7	7,3	12,7	2,4
Vespas	1,3	-	-	-	-	4,3	2,5	2,4
Mariposas	1,3	2,2	12,0	29,8	10,9	7,9	8,0	2,4
Borboletas	3,9		0,0			4,9	4,3	2,4
Esfingídeos	7,2	2,2	-	4,5	-	8,0	-	-
Beija-flores	15,0	1,8	2,0	5,4	12,3	4,3	14,9	-
Outras aves	-	-	-	-	-	-	-	9,8
Diversos insetos pequenos	12,4	-	49,0	-	-	15,8	11,2	2,4
Morcegos	13,1	1,8	3,0	2,1	-	3,0	3,6	0,0
Abelhas médio-grandes	30,5	65,2	32,0	40,8	56,2	27,5	24,3	26,7
Abelhas pequenas	12,6		-			14,0	14,1	44,0
Moscas	-	10,4	-	17,8	9,6	-	1,8	7,3
“Traças”	-	-	-	-	-	0,6	-	-

¹Dados somente para espécies nectaríferas.

comunidade estudada (*cf.* Bawa 1990), com as abelhas sendo responsáveis pela polinização de um grande número de espécies. A frequência de espécies polinizadas por abelhas médio-grandes e por abelhas pequenas também esta de acordo com o observado em outros ecossistemas tropicais (Tabela 4), onde a polinização por abelhas médio-grandes é a mais representativa (ver Tabela 4 para referências).

A alta frequência de flores pequenas que são visitadas por diversos pequenos insetos foi significativamente diferente das frequências de flores médias e grandes visitadas por este grupo de polinizadores ($G = 26,19$; $gl = 2$; $p < 0,001$; Tabela 2). O mesmo foi observado com a frequência de flores esverdeadas e amarelas visitadas por diversos pequenos insetos quando comparada com outras categorias de cor ($G = 14,61$; $gl = 5$; $p = 0,012$; Tabela 2). Estes pequenos insetos visitaram igualmente flores do tipo disco, pincel e inconspícuas ($G = 4,0$, NS) e mostraram preferência por flores agrupadas, formando unidades de polinização coletivistas quando comparado com os demais tipos de unidades de polinização ($G = 5,93$; $gl = 2$; $p < 0,05$; Tabela 2).

Com respeito aos demais sistemas de polinização, foi observada uma alta porcentagem de espécies ornitófilas e quiropterófilas em comparação ao registrado por Bawa *et al.* (1985b), Silberbauer-Gottsberger & Gottsberger (1988) e Oliveira & Gibbs (2000) (Tabela 4). Os valores para ornitofilia foram, contudo, similares aos apontados em outros estudos (Feinsinger 1983, Linhart *et al.* 1987, Kress & Beach 1994). De fato, pelo menos em florestas tropicais úmidas, a ornitofilia tem sido mencionada na literatura como ocorrendo em ca. 10-15% das espécies de um dado local (Feinsinger 1983, Linhart *et al.* 1987, Kress & Beach 1994, Buzato *et al.* 2000). O mesmo não ocorre com a porcentagem de espécies polinizadas por morcegos, a qual

foi elevada e diferiu de outros estudos (ver referências na Tabela 4).

As famílias mais representativas em termos de espécies ornitófilas na comunidade estudada são: Acanthaceae, Bromeliaceae, Cactaceae, Leguminosae, Passifloraceae e Sterculiaceae. Oito foram as espécies de beija-flores registradas: *Amazilia fimbriata*, *A. lactea*, *A. versicolor*, *Chlorostilbon aureoventris*, *Chrysolampis mosquitus*, *Eupetomena macroura*, *Hylocharis sapphirina* e *Phaethornis gounellei*. Estas aves forrageiam em diferentes espécies de plantas, algumas das quais visitando flores que não possuem atributos tipicamente ornitófilos, como as flores melitófilas de *Melochia tomentosa* (Sterculiaceae) e *Lonchocarpus* aff. *campestris* (Leguminosae). Excetuando *Phaethornis gounellei*, as outras espécies de beija-flores são da sub-família Trochilinae, normalmente apresentando comportamento generalista/oportunista (Des Granges 1978, Sick 1997, Buzato *et al.* 2000).

Este comportamento oportunista observado nas espécies de beija-flores ocorrentes em Alagoinha poderia ser devido às condições climáticas locais, composição florística e sazonalidade dos períodos de floração. Contudo, outros estudos enfocando esta guilda específica de polinização deverão ser desenvolvidos para checar até que ponto isto se trata de uma situação local ou de um padrão para espécies da Caatinga.

Em contraste com o comportamento generalista, para algumas espécies ornitófilas estas aves foram observadas agindo como polinizadores efetivos e exclusivos, como foi o caso de: *Ruellia asperula* (Acanthaceae), espécies de Cactaceae (*Opuntia* spp. e *Melocactus* spp.) e Bromeliaceae (*Portea leptantha* e *Billbergia porteana*, entre outras), *Passiflora luetzelburgii*

(Passifloraceae), *Periandra coccinea* (Leguminosae) e *Helicteres* spp. (Sterculiaceae).

Espécies quiropterófilas foram registradas em Acanthaceae, Bombacaceae, Bromeliaceae, Cactaceae, Capparaceae, Convolvulaceae, Leguminosae, Passifloraceae e Tiliaceae (Machado *et al.* em preparação). Estas mesmas famílias apresentam outras espécies quiropterófilas em diferentes ecossistemas, como na Amazônia e na Floresta Atlântica (Vogel 1968, Dobat & Peikert-Holle 1985, Sazima *et al.* 1999).

Cantarofilia foi registrada em apenas uma espécie (0,7%), pertencente à família Annonaceae. Percentagens de polinização por besouros variam, na literatura, de 2% (Oliveira & Gibbs 2000) a 12,7% (Kress & Beach 1994) (Tabela 4).

Espécies anemófilas também não foram muito numerosas (Tabela 4), correspondendo a 2% das espécies estudadas. De fato, a polinização por vento tem sido referida por Kress & Beach (1994) como representada em 2,5% da flora de florestas tropicais. Bawa *et al.* (1985b) também registraram 2,5% das espécies polinizadas pelo vento entre árvores de florestas tropicais. Oliveira & Gibbs (2000) não registraram espécies anemófilas em uma área de cerrado. Contudo, Silberbauer-Gottsberger & Gottsberger (1988), estudando outra área de cerrado, apontaram a anemofilia como ocorrendo em 13,6% das espécies investigadas (Tabela 4).

Interações entre plantas vs. abelhas, borboletas e beija-flores na comunidade de Alagoinha-PE

Apesar da riqueza de plantas visitadas por *Apis mellifera* e *Trigona spinipes*, conhecidas pelos seus comportamentos oportunistas e generalistas (Sazima & Sazima 1989), registramos especificidade para um grande número de espécies de abelhas (Figura 4). Associações estreitas foram registradas entre *Ceblurgus*

longipalpis e *Cordia leucocephala*, *Centris* spp. e *Angelonia* spp. (especialmente *A. pubescens* e *C. hyptidis*) (Machado 1990, Vogel & Machado 1991).

Borboletas mostraram, em geral, comportamento generalista, visitando diversas espécies ao longo do ano sem, entretanto, serem consideradas como polinizadores efetivos na comunidade de Alagoinha. De fato, borboletas não são consideradas polinizadores eficientes nem em áreas temperadas nem em comunidades tropicais (Murphy 1984, Machado & Sazima 1987). Especificidade, contudo, foi observada em *Strymon* spp. (Lycaenidae) que foram observadas visitando apenas flores de *Eupatorium ballotifolium* (Asteraceae).

Beija-flores também mostraram comportamento generalista em Alagoinha (Figura 5), uma vez que eles visitaram qualquer flor com néctar facilmente removível. Curiosamente, *Eupetomena macroura*, apesar do seu comportamento conhecidamente generalista, pelo menos quando visitando flores na Floresta Atlântica, foi uma exceção, uma vez que foi registrado visitando apenas flores ornitófilas de *Ruellia asperula*, não sendo observado na comunidade quando esta espécie não estava em floração (Machado 1990, Machado & Sazima 1995).

O comportamento generalista das outras espécies de beija-flores, visitando flores de muitas espécies de plantas, inclusive não ornitófilas, pode ser fortuito e devido à baixa diversidade de espécies tipicamente ornitófilas especificamente na comunidade de Alagoinha. Espécies ornitófilas na referida comunidade são representadas quase que apenas por *Helicteres velutina* (Sterculiaceae), *Melocactus zehntneri*, *Opuntia* spp. (Cactaceae) e *Ruellia asperula* (Acanthaceae). Neste caso, um comportamento generalista torna possível a permanência de pelo menos parte



Figura 4. Interações plantas-abelhas na comunidade de caatinga de Alagoinha, PE (A partir de Machado 1990). *Espécies não melitófilas.

dessas aves na comunidade durante todo o ano, uma vez que os recursos alimentares estariam sendo substituídos. Durante a estação seca foi quando ocorreu a maior diversidade de beija-flores o que

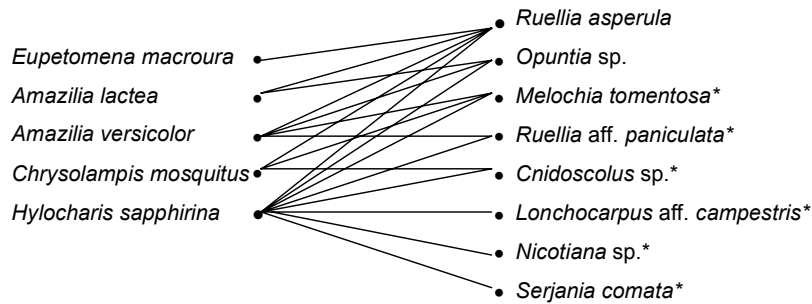


Figura 5. Interações plantas-beija-flores na comunidade de caatinga de Alagoinha, PE (A partir de Machado 1990). *Espécies não ornitófilas.

correspondeu ao período de floração dessas duas espécies ornitófilas na comunidade.

Sistemas sexuais

A frequência de espécies hermafroditas foi de 83,4% (incluindo 4,9% de espécies heterostílicas), enquanto que 9,7% foram monóicas, 4,9% andromonóicas e apenas 2,1% dióicas, representadas por três espécies. A alta porcentagem de espécies hermafroditas era de fato esperada e tem sido também registrada em outros ecossistemas tropicais (Tabela 5).

A proporção de espécies dióicas, entretanto, foi mais baixa do que a registrada em outros ecossistemas tropicais (Tabela 5, Bawa *et al.* 1985a, Ibarra-Manriquez & Oyama 1992, Oliveira & Gibbs 2000). Em florestas úmidas esta foi de 17,4% (Kress & Beach 1994) e 23,1% (Bawa *et al.* 1985a) na Costa Rica e 26% em uma floresta na Malásia (Ashton 1969, 1976), alcançando, respectivamente, 22% e 27,3% em florestas semi-decíduas da Costa Rica (Bawa & Opler 1975) e Venezuela (Ruiz-Zapata & Arroyo 1978) e 16% em uma floresta montana na Venezuela (Sobrevila &

Arroyo 1982). Em áreas abertas de Cerrado, Oliveira & Gibbs (2000) e Barbosa (1997) registraram, respectivamente, 15% e 3% de espécies dióicas. Em uma floresta de altitude no Rio de Janeiro o percentual de dioicia, considerando somente arbustos e árvores, foi de 12,6% (Silva *et al.* 1997). Croat (1979) e Bullock (1985a) referiram-se a, respectivamente, 9,0 e 13,0% de espécies dióicas (considerando todos os estratos/formas de vida) em floras do Panamá e México e Renner & Ricklefs (1995) estimam a ocorrência de ca. 6% de espécies dióicas entre as angiospermas.

A dioicia tem sido relacionada com a polinização por insetos pequenos e generalistas (Bawa & Opler 1975, Bawa 1980, Bawa *et al.* 1985a). Curiosamente, uma das três espécies dióicas (*Clusia nemorosa*) tem flores grandes e atrativas que oferecem resina como recompensa floral, a qual é coletada por abelhas fêmeas especializadas da tribo Euglossini (Lopes & Machado 1998).

Dioicia também tem sido associada com frugívoros especialistas (Bawa & Opler 1975, Bawa 1980, Bawa *et al.* 1985a), e isto pode ser um fator limitante para a ocorrência de taxa dióicos na Caatinga, embora a dispersão por animais tenha sido um dos modos de dispersão mais comuns (36%; anemocoria = 33%) em uma área de caatinga em Pernambuco (Griz & Machado 2001). Ibarra-Manriquez & Oyama (1992) registraram forte associação entre fatores ecológicos, polinização, dispersão de sementes e dioicia. Um outro fato que poderia ser a causa do reduzido percentual de espécies dióicas na Caatinga é o baixo número de espécies arbóreas em relação às outras formas de vida. Análises de formas de vida de gêneros dióicos de angiospermas revelaram que a dioicia ocorre em altas proporções entre árvores (cf. Renner & Ricklefs 1995). Estudos que comparam percentuais de espécies dióicas entre dossel e sub-bosque mostram altos valores de dioicia

Tabela 5. Frequência dos sistemas sexuais neste estudo e em outras comunidades vegetacionais neotropicais e paleotropicais.

Sistemas sexuais	Hermafroditas (%)		Monóicas (%)	Andromonóicas (%)	Dióicas (%)
	Monostílicas	Heterostílicas			
FLORESTAS SECAS*					
Caatinga (este estudo) ¹	78,5	4,9	9,7	4,9	2,1
Cerrado (Oliveira & Gibbs 2000) ²	80,0	-	5,0	-	15,0
Floresta Tropical Decidual, México (Bullock 1985a) ¹	67,2	3,0	14,9 ³	2,0	13,0 ⁴
Floresta Semidecidual, Costa Rica (Bawa & Opler 1975) ⁵	68,0	-	10,0	-	22,0
Floresta Secundária Decídua, Venezuela (Ruiz-Zapata & Arroyo 1978) ¹	54,6	9,1	-	13,6	22,7
FLORESTAS ÚMIDAS*					
Mata Atlântica (Silva <i>et al.</i> 1997) ⁶	78,9	-	8,5	-	12,6
Floresta Tropical de Terras Baixas, Costa Rica (Kress & Beach 1994) ¹	70,2	-	12,4	-	17,4
Floresta Tropical de Terras Baixas, Costa Rica (Kress & Beach 1994) ¹	70,2	-	12,4	-	17,4
Floresta Tropical de Terras Baixas, Costa Rica (Bawa <i>et al.</i> 1985a) ⁵	65,5	-	11,4	-	23,1
Floresta Tropical Úmida, México (Ibarra-	63,0	-	9,0	-	27,0

Sistemas sexuais	Hermafroditas (%)		Monóicas (%)	Andromonóicas (%)	Dióicas (%)
	Monostílicas	Heterostílicas			
Manriquez & Oyama 1992) ⁵					
Floresta Úmida, Barro Colorado Panama (Croat 1979) ¹	76,0	-	15,0	-	9,0
Floresta Montana, Venezuela (Sobrevila & Arroyo 1982) ¹	84,0	-	-	-	16,0
Floresta Montana, Jamaica (Tanner 1982) ⁵	68,0	-	11,0	-	21,0
Floresta de Dipterocarpaceae, Malásia (Kato 1996) ⁷	80,5	-	7,3	-	12,2
VEGETAÇÃO COSTEIRA*					
Restinga, Brasil (Ormond <i>et al.</i> 1991) ¹	75,6	-	14,2	-	10,2

*Tipo vegetacional conforme mencionado pelos autores; ¹Incluindo espécies de todas as formas de vida; ²Somente espécies lenhosas; ³Incluindo 1,6% de espécies ginomonóicas e 0,3% de poligamomonóicas ⁴Incluindo 0,6% de espécies ginodióicas e 0,1% de androdíicas; ⁵Somente árvores; ⁶Árvores e arbustos; ⁷Espécies de sub-bosque.

entre espécies de dossel (24,5%) quando comparados com espécies de sub-bosque (9,8%) (Kress & Beach 1994). Sobrevila & Arroyo (1982) também encontraram grande diferença entre os valores de dioiccia registrados em espécies de árvores (30,55%) quando comparados com o percentual de espécies dióicas arbustivas, herbáceas e lianas (2,56%).

O percentual de espécies monóicas (9,7%) está de acordo com os dados de muitos outros autores (Tabela 5) e é maior do que o apontado por Oliveira & Gibbs (2000), 5%, e Saraiva *et al.* (1996), 4,5% para áreas do Cerrado. A maior frequência de espécies monóicas (19,53%) foi registrada por Ramirez & Brito (1990) na Venezuela.

Considerações finais

Nossos resultados indicam que os sistemas de polinização em espécies da Caatinga, apesar das restrições climáticas, são diversificados (com diferentes tipos florais, variadas recompensas e baixo percentual de flores generalistas), semelhante ao encontrado em comunidades de florestas tropicais secas e úmidas, incluindo aquelas com altos níveis de precipitação pluviométrica, exceto pelo percentual de espécies dióicas, que foi mais baixo.

Mecanismos especializados de polinização não são tão raros na Caatinga como poderia ser empiricamente esperado para uma comunidade com vegetação aberta e condições climáticas extremamente áridas (baixas precipitações pluviométricas e chuvas irregularmente distribuídas). Exemplos são a existência de um alto percentual de espécies com flores de óleo (9,0%), a alta porcentagem de polinização por vertebrados (28,1%) e o também alto número de espécies com recompensas florais de mais difícil acesso (43,1%), *i.e.*, restringindo alguns grupos de visitantes (representadas pelos tipos florais: tubo, goela e estandarte).

Para checar se nossos valores para os sistemas de polinização correspondem a uma comunidade típica da Caatinga, nós removemos 19 spp. que ocorrem exclusivamente em Buíque, local com um tipo especial de caatinga (Rodal *et al.* 1998). Os resultados não se alteraram e as diferenças não foram significativas, nem para os sistemas de polinização ($G= 0,42$; NS), nem para os tipos florais ($G= 7,57$; NS) ou recompensas ($G= 4,2$; NS), revelando similaridade de atributos florais e de sistemas de polinização entre as diferentes fisionomias de caatinga estudadas.

Alguns mitos criados sobre a biodiversidade da Caatinga, tais como: “a Caatinga é um tipo vegetacional homogêneo e pobre em espécies e endemismos”, puderam ser refutados após o *workshop* “Avaliação e Ações Prioritárias para a conservação da Biodiversidade da Caatinga”, financiado pelo Ministério do Meio Ambiente - MMA (2002). Nossos resultados corroboram a quebra desses mitos esperando reforçar a urgência de conservação desta formação vegetacional exclusivamente brasileira.

Agradecimentos

Somos muito gratas ao Prof. Dr. S. Vogel (Universidade de Viena) por frutíferas discussões durante os 15 anos de colaboração e ao Dr. P. E. Gibbs (Universidade de Saint Andrews – Escócia) pela leitura crítica ao manuscrito quando ainda em Inglês. Agradecemos aos Curadores e Taxonomistas dos Herbários UFP, IPA e PEUFR e aos Taxonomistas Drs. F. Agra (UFPB), G.S. Baracho (UFPE), L.P. Felix (UFPB), I.B. Loiola (UFRN), L. Paganucci (UEFS), R. Pereira (IPA), J. Semir (UNICAMP), J.A. Siqueira-Filho (UFPE), V. Souza (Esalq-USP) e D. Zappi (Kew Garden, Inglaterra) pela identificação da maioria das espécies de plantas. À MSc. M.J.L. Santos (UFPE) e ao MSc. A.M. Santos (UFPE) pelas valiosas ajudas, respectivamente no trabalho de

campo e nas análises estatísticas. Aos proprietários/administradores das áreas de estudo pela permissão para o desenvolvimento deste estudo em locais sob os seus cuidados. À UFPE, ao CNPq, à FACEPE e à FBPN-MacArthur Foundation, pelo apoio financeiro, fundamental para o desenvolvimento deste trabalho. Aos organizadores desta obra pelo convite e incentivo.

Referências bibliográficas

- AGUIAR, J., T. LACHER & J. M. C. SILVA. 2002. The Caatinga. Pp. 174-181 in: P. R. Gil (ed.) *Wilderness - Earth's Last Wild Places*. CEMEX, Cidade do México.
- ANDRADE-LIMA, D. 1989. *Plantas das Caatingas*. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro.
- ARIZMENDI, M. C. & J. F. ORNELAS. 1990. Hummingbirds and their floral resources in a tropical dry forest in Mexico. *Biotropica* 22: 172-180.
- ARMBRUSTER, W. S. 1984. The role of resin in Angiosperm pollination: ecological and chemical considerations. *American Journal of Botany* 71: 1149-1160.
- ASHTON, P. S. 1969. Speciation among tropical forest trees: some deductions in the light of recent evidence. *Biological Journal of the Linnean Society* 1: 155-196.
- ASHTON, P. S. 1976. An approach to the study of breeding systems, population structure and taxonomy of tropical trees. Pp. 35-42 in: J. Burley & B. T. Styles (eds.) *Tropical trees: Variation, breeding and conservation*. Linnean Society Symposium Series No. 2. Academic Press, London.
- BAKER, H. G. 1959. Reproductive methods as factors in speciation in flowering plants. *Cold Spring Harbor Symposium on Quantitative Biology* 24: 177-191.

- BARBOSA, A. A. A. 1997. *Biologia reprodutiva de uma comunidade de Campo sujo, Uberlândia/MG*. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- BAWA, K. S. 1974. Breeding systems of tree species of a lowland tropical community. *Evolution* 28: 85-92.
- BAWA, K. S. 1980. Evolution of dioecy in flowering plants. *Annual Review of Ecology and Systematics* 11: 15-39.
- BAWA, K. S. 1990. Plant-Pollinator Interactions in Tropical Rain Forests. *Annual Review of Ecology and Systematics* 21: 399-422.
- BAWA, K. S. & M. HADLEY. 1990. *Reproductive ecology of tropical forest plants*. Parthenon, Carnforth.
- BAWA, K. S. & P. A. OPLER. 1975. Dioecism in tropical forest trees. *Evolution* 29: 167-179.
- BAWA, K. S., D. R. PERRY & J. H. BEACH. 1985a. Reproductive biology of tropical lowland rain forest trees. I. Sexual systems and incompatibility mechanisms. *American Journal of Botany* 72: 331-345.
- BAWA, K. S., S. H. BULLOCK, D. R. PERRY, R. E. COVILLE & M. H. GRAYUM. 1985b. Reproductive biology of tropical lowland rain forest trees. II. Pollination systems. *American Journal of Botany* 72: 346-356.
- BITTRICH, V. & M. C. AMARAL. 1997. Floral biology of some *Clusia* species from Central America. *Kew Bulletin* 52: 617-635.
- BUCHMANN, S. L. 1983. Buzz pollination in Angiosperms. Pp. 73-113 in: C. E. Jones & R. J. Little (eds.) *Handbook of experimental pollination biology*. Van Nostrand & Reinhold, New York.
- BULLOCK, S. H. 1985a. Breeding systems in the flora of a tropical deciduous forest in Mexico. *Biotropica* 17: 287-301.

12. Recursos Florais e Sistema de Polinização na Caatinga

- BULLOCK, S. H. 1995b. Plant reproduction in neotropical dry forests. Pp. 277-303 in: S. H. Bullock, H. A. Mooney & E. Medina (eds.) *Seasonally dry tropical forests*. Cambridge University Press, Cambridge.
- BUZATO, S. 1995. *Estudo comparativo de flores polinizadas por beija-flores em três comunidades da Mata Atlântica no Sudeste do Brasil*. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- BUZATO, S., M. SAZIMA & I. SAZIMA. 2000. Hummingbird-pollinated floras at three Atlantic forest sites. *Biotropica* 32: 824-841.
- CROAT, T. B. 1979. The sexuality of the Barro Colorado Island flora (Panama). *Phytologia* 42: 319-348.
- CRUDEN, R. W. 1997. Implications of evolutionary theory to applied pollination ecology. *Acta Horticulturae* 437: 27-51.
- DAFNI, A. & C. O'TOOLE. 1994. Pollination syndromes in the Mediterranean: generalizations and peculiarities. Pp. 125-135 in: M. Arianoutsou & R. H. Groves (eds.) *Plant-Animal Interactions in Mediterranean-Type Ecosystems*. Kluwer Academic Publishers, Dordrechts.
- DES GRANGES, J. L. 1978. Organization of a tropical nectar feeding bird guild in a variable environment. *Living Bird* 17: 199-236.
- DOBAT, K. & T. PEIKERT-HOLLE. 1985. *Blüten und Fledermäuse*. Waldemar Kramer Verlag, Frankfurt.
- DRESSLER, R. L. 1968a. Observations on orchids and Euglossine bees in Panama and Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 15: 143-183.
- DRESSLER, R. L. 1968b. Pollination by Euglossine bees. *Evolution* 22: 202-210.
- EGLER, W. A. 1951. Contribuição ao estudo da Caatinga pernambucana. *Revista Brasileira de Geografia* 13: 577-590.
- ENDRESS, P. K. 1994. *Diversity and evolutionary biology of tropical flowers*. Cambridge University Press, Cambridge.

- FAEGRI, K. & L. VAN DER PIJL. 1979. *The principles of pollination ecology*. Pergamon Press, Oxford.
- FEDEROV, A. A. 1966. The structure of the tropical rain forest and speciation in the humid tropics. *Journal of Ecology* 54: 1-11.
- FEINSINGER, P. 1983. Coevolution and Pollination. Pp. 282-310 in: D. J. Futuyma & M. Slatkin (eds) *Coevolution*. Sinauer Associates, Sunderland.
- FEINSINGER, P. & R. K. COLWELL. 1978. Community organization among neotropical nectar-feeding birds. *American Zoologist* 18: 779-795.
- FERRAZ, E. M., M. J. N. RODAL, E. V. S. B. SAMPAIO, & R. C. A. PEREIRA. 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: 7-15.
- FIGUEIREDO, L. S., M. J. N. RODAL & A. L. MELO. 2000. Florística e fitossociologia de uma área de vegetação arbustiva caducifólia espinhosa no município de Buíque – Pernambuco. *Naturalia* 25: 205-224.
- FLORES, S. & D. W. SCHEMSKE. 1984. Dioecy and monoecy in the flora of Puerto Rico and the Virgin Islands: ecological correlates. *Biotropica* 16: 132-139.
- FOX, J. F. 1985. Incidence of dioecy in relation to growth form, pollination and dispersal. *Oecologia* 67: 244-249.
- FRANKIE, G. W., W. A. HABER, P. A. OPLER & K. S. BAWA. 1983. Characteristics and organization of the large bee pollination system in the Costa Rican dry forest. Pp. 411-447 in: C. E. Jones & R. J. Little (eds.). *Handbook of experimental pollination biology*. Van Nostrand Reinhold Company Inc., New York.
- GIBBS, P. E. 1990. Self-incompatibility in flowering plants: a neotropical perspective. *Revista Brasileira Botânica* 13: 125-136.

12. Recursos Florais e Sistema de Polinização na Caatinga

- GIL, P. R. 2002. *Wilderness - Earth's Last Wild Places*. CEMEX. Cidade do México.
- GRIZ, L. M. S. & I. C. MACHADO. 2001. Fruiting phenology and seed dispersal syndromes in caatinga, a tropical dry forest in the northeast of Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 17: 303-321.
- HERRERA, C. M. 1995. Floral traits and plant adaptation to insect pollinators: a devil's advocate approach. Pp. 65-87 in: D. G. Lloyd & S. C. H. Barrett (eds.) *Floral Biology*. Chapman & Hall, New York.
- HUEK, K. 1972. A região da caatinga do Nordeste brasileiro. Pp. 306-327 in: K. HUEK (ed.) *As florestas da América do Sul: ecologia composição e importância econômica*. Editora Polígono S.A., São Paulo.
- IBARRA-MANRIQUEZ, G. & K. OYAMA. 1992. Ecological correlates of reproductive traits of mexican rain forest trees. *American Journal of Botany* 79: 383-394.
- JOHNSON, S. D. & K. E. STEINER. 2000. Generalization versus specialization in plant pollination systems. *Tree* 15: 140-143.
- KATO, M. 1996. Plant-pollinator interactions in the understory of a lowland mixed dipterocarp forest in Sarawak. *American Journal of Botany* 83: 732-743.
- KIILL, L. H. P. & N. T. RANGA. 2000. Biologia da polinização de *Merremia aegyptia* (L.) Urb. (Convolvulaceae) no Sertão de Pernambuco. *Naturalia* 25: 149-158.
- KODRIC-BROWN, A., J. BROWN, G. S. BYERS & D. F. GORI. 1984. Organization of a tropical island community of hummingbirds and flowers. *Ecology* 65: 1358-1368.
- KRESS, W. J. & J. H. BEACH. 1994. Flowering plant reproductive systems. Pp. 161-182 in: L. A. McDade, K. S. Bawa, H. Hespeneide & G. Hartshorn

I. C. Machado & A. V. Lopes

(eds.) *La Selva: ecology and natural history of a neotropical rain forest*.
University of Chicago Press, Chicago.

- LEPPIK, E. E. 1968. Directional trend of floral evolution. *Acta Biotheoretica* 18: 87-102.
- LEWIS, G. & P. GIBBS. 1999. Reproductive biology of *Caesalpinia calycina* and *C. pluviosa* (Leguminosae) of the caatinga of north-eastern Brazil. *Plant Systematics and Evolution* 217: 43-53.
- LINDSEY, A. H. & C. R. BELL. 1985. Reproductive biology of Apiaceae. II. Cryptic specialization and floral evolution in *Thaspium* and *Zizia*. *American Journal of Botany* 72: 231-247.
- LINHART, Y. B., W. H. BUSBY, J. H. BEACH & P. FEINSINGER. 1987. Forager behavior, pollen dispersal, and inbreeding in two species of hummingbird-pollinated plants. *Evolution* 41: 679-682.
- LOCATELLI, E. & I. C. MACHADO. 1999. Comparative study of the floral biology in two ornithophilous species of Cactaceae: *Melocactus zehntneri* and *Opuntia palmadora*. *Bradleya* 17: 75-85.
- LOPES, A. V. 2002. *Polinização por beija-flores em remanescente da Mata Atlântica pernambucana, Nordeste do Brasil*. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- LOPES, A. V. & I. C. MACHADO 1998. Floral biology and reproductive ecology of *Clusia nemorosa* (Clusiaceae) in northeastern Brazil. *Plant Systematics and Evolution* 213: 71-90.
- MACHADO, I. C. S. 1990. *Biologia floral de espécies de caatinga no município de Alagoinha (PE)*. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- MACHADO, I. C. S. 1996. Biologia floral e fenologia. Pp. 161-172 in: E. V. S. B. Sampaio, S. J. Mayo & M. R. V. Barbosa (eds.) *Pesquisa Botânica*

12. Recursos Florais e Sistema de Polinização na Caatinga

Nordestina: Progresso e Perspectivas. Sociedade Botânica do Brasil- Seção Regional de Pernambuco e Editora Universitária-UFPE, Recife.

- MACHADO, I. C. & A. V. LOPES. 2002. A polinização em ecossistemas de Pernambuco: uma revisão do estado atual do conhecimento. Pp. 583-596 *in*: M. Tabarelli & J. M. C. Silva (orgs.) *Diagnóstico da Biodiversidade de Pernambuco*. Secretaria de Ciência Tecnologia e Meio-Ambiente, Fundação Joaquim Nabuco e Editora Massangana, Recife.
- MACHADO, I. C. S. & M. SAZIMA. 1987. Estudo comparativo da biologia floral em duas espécies invasoras: *Ipomoea hederifolia* e *I. quamoclit* (Convolvulaceae). *Revista Brasileira de Biologia* 47: 425-436.
- MACHADO, I. C. S. & M. SAZIMA. 1995. Biologia da polinização e pilhagem por beija-flores em *Ruellia asperula* Lindau (Acanthaceae) na caatinga de Pernambuco. *Revista Brasileira de Botânica* 18: 27-33.
- MACHADO, I. C. S., L. M. BARROS & E. V. S. B. SAMPAIO. 1997a. Phenology of caatinga species at Serra Talhada, PE, Northeastern Brazil. *Biotropica* 29: 57-68.
- MACHADO, I. C., J. A. SIQUEIRA-FILHO, A. V. LOPES & S. VOGEL. 1997b. Organização e polinização das flores de óleo de *Krameria tomentosa* (Krameriaceae). Pp. 19 *in*: Resumos do XLVIII Congresso Nacional de Botânica, Crato, Brasil.
- MACHADO, I. C., S. VOGEL & A. V. LOPES. 2002. Pollination of *Angelonia cornigera* Hook. (Scrophulariaceae) by long-legged, oil-collecting bees in NE Brazil. *Plant Biology* 4: 352-359.
- MANTOVANI, W. & F. R. MARTINS. 1988. Variações fenológicas das espécies do cerrado da Reserva Biológica de Mogi Guaçu, Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Botânica* 11: 101-112.
- MMA-Ministério do Meio Ambiente. 2002. Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Caatinga. Universidade Federal de Pernambuco/ Fundação de Apoio ao Desenvolvimento/ Conservation

- International do Brasil, Fundação Biodiversitas, EMBRAPA/Semi-Árido. MMA/SBF, Brasília.
- MOMOSE, K., T. YUMOTO, T. NAGAMITSU, M. KATO, H. NAGAMASU, S. SAKAI, R. D. HARRISON, T. ITIOKA, A. A. HAMID, & T. INOUE. 1998. Pollination biology in a lowland dipterocarp forest in Sarawak, Malaysia. I. Characteristics of the plant-pollinator community in a lowland dipterocarp forest. *American Journal of Botany* 85: 1477-1501.
- MUCHHALA, N. & P. JARRÍN-V. 2002. Flower visitation by bats in Cloud forests of western Ecuador. *Biotropica* 34: 387-395.
- MURPHY, D. D. 1984. Butterflies and their nectar plants: the role of the checkerspot butterfly *Euphydryas editha* as a pollen vector. *Oikos* 43: 113-117.
- OLIVEIRA, P. E. & P. E. GIBBS. 2000. Reproductive biology of woody plants in a cerrado community of Central Brazil. *Flora* 195: 311-329.
- OPLER, P. A. 1980. Nectar production in a tropical ecosystem. Pp. 30-79 in: B. Bentley & T. Elias (eds.) *The biology of nectaries*. Columbia University Press, New York.
- ORMOND, W. T., M. C. B. PINHEIRO & H. A. DE LIMA. 1991. Sexualidade das plantas da restinga de Maricá, RJ. *Boletim do Museu Nacional do Rio de Janeiro, Série Botânica* 87: 1-24.
- ORMOND, W. T., M. C. B. PINHEIRO, H. A. LIMA, M. C. R. CORREIA, & M. L. PIMENTA. 1993. Estudo das recompensas florais das plantas da restinga de Maricá – Itaipuaçu, RJ. I – Nectaríferas. *Bradea* 6: 179-195.
- PERCIVAL, M. 1974. Floral ecology of coastal scrub in Southeast Jamaica. *Biotropica* 6: 104-129.
- PIEDEDE-KIILL, L. H. & N. T. RANGA. 2000. Biologia floral e sistema de reprodução de *Jacquemontia multiflora* (Choisy) Hallier f. (Convolvulaceae). *Revista Brasileira de Botânica* 23: 37-43.

12. Recursos Florais e Sistema de Polinização na Caatinga

- PINHEIRO, M. C. B., W. T. ORMOND, & A. C. CASTRO. 1991. Biologia da reprodução e fenologia de *Zizyphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae). *Revista Brasileira de Biologia* 51: 143-152.
- PROCTOR, M., P. YEO & A. LACK. 1996. *The natural history of pollination*. Harper Collins Publishers, London.
- QUIRINO, Z. G. M. & I. C. S. MACHADO. 2001. Biologia da polinização e da reprodução de três espécies de *Combretum* Loefl. (Combretaceae). *Revista Brasileira de Botânica* 24: 181-193.
- RAMIREZ, N. & Y. BRITO. 1990. Reproductive biology of a tropical palm swamp community in the Venezuelan Llanos. *American Journal of Botany* 77: 1260-1271.
- RAMIREZ, N., C. GIL, O. HOKCHE, A. SERES & Y. BRITO. 1990. Biologia floral de una comunidad arbustiva tropical en la Guayana Venezolana. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 77: 383-397.
- REAL, L. 1983. *Pollination Biology*. Academic Press, Florida.
- REBELO, A. G., W. R. SIEGFRIED & E. G. H. OLIVER. 1985. Pollination syndromes of *Erica* species in the south-western Cape. *South African Journal of Botany* 51: 270-280.
- RENNER, S. & R. RICKLEFFS. 1995. Dioecy and its correlates in the flowering plants. *American Journal of Botany* 82: 596-606.
- RODAL, M. J. N. & A. L. MELO. 1999. Levantamento preliminar das espécies lenhosas da caatinga de Pernambuco. Pp. 53-62 in: *Anais I Workshop Geral Programa Plantas do Nordeste*. Royal Botanic Gardens, Kew.
- RODAL, M. J. N., K. V. A. ANDRADE, M. F. SALES & A. P. S. GOMES. 1998. Fitossociologia do componente lenhoso de um refúgio vegetacional no município de Buíque, Pernambuco. *Revista Brasileira de Biologia* 58: 517-526.

- RUIZ ZAPATA, T. & M. T. K. ARROYO. 1978. Plant reproductive ecology of a secondary deciduous tropical forest in Venezuela. *Biotropica* 10: 221-230.
- SAMPAIO, E. V. S. B. 1995. Overview of the Brazilian caatinga. Pp 35-63 in: S. H. Bullock, H. A. Mooney & E. Medina (eds.) *Seasonally dry tropical forests*. Cambridge University Press, Cambridge.
- SARAIVA, L.C., O. CESAR & R. MONTEIRO. 1996. Breeding systems of shrubs and trees of a Brazilian savanna. *Arquivos de Biologia e Tecnologia* 39: 751-763.
- SAZIMA, I. & M. SAZIMA. 1989. Mamangavas e Irapuás (Hymenoptera, Apoidea): visitas, interações e consequências para polinização do maracujá (Passifloraceae). *Revista Brasileira de Entomologia* 33: 109-118.
- SAZIMA M., S. BUZATO & I. SAZIMA. 1999. Bat-pollinated flower assemblages and bat visitors at two Atlantic forest sites in Brazil. *Annals of Botany* 83: 705-712.
- SICK, H. 1997. *Ornitologia brasileira*. Editora Nova Fronteira, São Paulo.
- SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. & G. GOTTSBERGER. 1988. A polinização de plantas do Cerrado. *Revista Brasileira de Biologia* 48: 651-663.
- SILVA, A. G., R. R. GUEDES-BRUNI & M. P. M. LIMA. 1997. Sistemas sexuais e recursos florais do componente arbustivo-arbóreo em mata preservada na reserva ecológica de Macaé de Cima. Pp. 187-211 in: *Serra de Macaé de Cima: Diversidade Florística e Conservação em Mata Atlântica*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- SIQUEIRA-FILHO, J. A. 2003. *Fenologia da floração, ecologia da polinização e conservação de Bromeliaceae na Floresta Atlântica Nordestina*. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

12. Recursos Florais e Sistema de Polinização na Caatinga

- SOBREVILA, C. & M. T. K. ARROYO. 1982. Breeding Systems in a Montane Tropical Cloud Forest in Venezuela. *Plant Systematics and Evolution* 140: 19-37.
- STEINER, K. M. 1988. Dioecism and its correlates in the Cape flora of South Africa. *American Journal of Botany* 75: 1742-1754.
- SUDENE. 1990. *Dados pluviométricos do Nordeste - Estado de Pernambuco*. Série Pluviométrica 6. Recife: Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE).
- TANNER, E. V. 1982. Species diversity and reproductive mechanisms in Jamaican trees. *Biological Journal of the Linnean Society* 18: 263-278.
- VOGEL, S. 1954. *Blütenbiologische typen als elemente der Sipplgliederung*. Gustav Fischer Verlag, Jena.
- VOGEL, S. 1966. Parfümsammelnde Bienen als Bestäuber von Orchidaceen und *Gloxinia*. *Österreichischen Botanischen Zeitschrift* 113: 302-361.
- VOGEL, S. 1968. Chiropterophilie in der neotropischen Flora. Neue Mitteilungen I. *Flora* 157: 562-602.
- VOGEL, S. 1974. Ölblumen und Ölsammelnde Bienen. *Tropische und Subtropischer Pflanzenwelt* 7. Steiner, Wiesbaden.
- VOGEL, S. & I. C. MACHADO. 1991. Pollination of four sympatric species of *Angelonia* (Scroph.) by oil-collecting bees in NE Brazil. *Plant Systematics and Evolution* 178: 153-178.
- WASER, N. M. 1983. The adaptive nature of floral traits: ideas and evidence. Pp. 241-285 in: L. Real (ed.). *Pollination biology*. Academic Press, New York.

Apêndice. Famílias e espécies estudadas (nº de gêneros/nº de espécies).

ACANTHACEAE (2 gêneros/4 espécies) <i>Harpochilus nessianus</i> Mart. <i>Ruellia asperula</i> (Nees) Lindau <i>Ruellia</i> aff. <i>paniculata</i> L. <i>Ruellia</i> sp.	<i>Cordia globosa</i> (Jacq.) Kunth <i>C. leucocephala</i> Moric.
AMARANTHACEAE (1/1) <i>Gomphrena vaga</i> Mart.	BROMELIACEAE (6/8) <i>Dyckia pernambucana</i> L. B. Sm. <i>Billbergia porteana</i> Brongn. <i>Encholirium spectabile</i> Mart. ex Schult. f. <i>Neoglaziovia variegata</i> (Arr. Cam.) Mez.
ANACARDIACEAE (3/3) <i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão <i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl. <i>Spondias tuberosa</i> Arruda	<i>Portea leptantha</i> Harms <i>Tillandsia gardneri</i> Lindl. <i>T. loliacea</i> Mart. ex Schult. <i>T. streptocarpa</i> Baker
ANNONACEAE (1/1) <i>Rollinia leptopetala</i> R. E. Fries	BURSERACEAE (1/1) <i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B.Gillett
APOCYNACEAE (3/4) <i>Aspidosperma pyriforme</i> Mart. <i>Allamanda blancheti</i> A. DC. <i>Allamanda</i> sp. <i>Mandevilla tenuifolia</i> (Mikan) Woodson	CACTACEAE (5/11) <i>Cereus jamacaru</i> DC. <i>Harrisia adscendens</i> (Gürke) Britton & Rose <i>Melocactus bahiensis</i> (Br. et Rose) Werderm. <i>M. zehntneri</i> (Britton & Rose) Luetzelburg <i>Opuntia inamoema</i> K. Schum. <i>O. palmadora</i> Britton & Rose <i>Pilosocereus cattingicola</i> (Gürke) Byles & G.D. Rowley <i>P. chrysostele</i> (Vaupel) Byles & G. D. Rowley
BIGNONIACEAE (2/2) <i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart. ex DC.) Standl. <i>Anemopaegma</i> sp.	
BOMBACACEAE (2/2) <i>Pseudobombax marginatum</i> (A. St.- Hil.) A. Robyns <i>Ceiba glaziovii</i> (Kuntze) K. Schum.	
BORAGINACEAE (1/2)	

P. gounellei (F.A.C.Weber) Byles &
G. D. Rowley

P. pachycladus (Werderm.) Byles &
G. D. Rowley

P. tuberculatus (Werderm.) Byles &
G. D. Rowley

CAPPARACEAE (1/4)

Capparis hastata Jacq.

C. flexuosa (L.) L.

C. jacobinae Moric. ex Eichler

C. yco (Mart.) Eichler

CLUSIACEAE (1/1)

Clusia nemorosa G. Mey.

COMBRETACEAE (2/4)

Combretum hilarianum D. Dietr.

C. leprosum Mart.

C. pisonioides Taub.

Thiloa glaucocarpa (Mart.) Eichler

CONVOLVULACEAE (4/7)

Evolvulus sp.

Ipomoea acuminata (Vahl) Roem. &
Schult.

Ipomoea sp.1

Ipomoea sp.2

Jacquemontia densiflora (Meissn.)
Hall.

Merremia aegyptica L. Urban

Merremia sp.

EUPHORBIACEAE (8/12)

Acalypha multicaulis Müll. Arg.

Cnidoscolus urens (L.) Arthur

Croton argyrophylloides Müll. Arg.

C. sonderianus Müll. Arg.

Croton sp.

Dalechampia sp.

Euphorbia comosa Vell.

Jatropha mollissima (Pohl.) Baill.

J. mutabilis (Pohl.) Baill.

J. ribifolia (Pohl.) Baill.

Manihot cf. *pseudoglaziovii* Pax &
K. Hoffm.

Maprounea aff. *guianensis* Aubl.

KRAMERIACEAE (1/1)

Krameria tomentosa A. St.-Hil.

LAMIACEAE (1/1)

Hyptis martiusii Benth.

LEGUMINOSAE (15/29)

Acacia farnesiana (L.) Willd.

Amburana cearensis (Allemão) A. C.
Sm.

Anadenanthera colubrina var. *cebil*
(Griseb.) Altschul.

Bauhinia acuruana Moric.

B. cheilantha (Bong.) Vogel ex
Steud.

B. pentandra (Bong.) Vogel ex
Steud.

Caesalpinia ferrea Mart. ex Tul.

C. pyramidalis Tul.

Calliandra aeschynomoides Benth

Chamaecrista cytisoides (Collad.)

Irwin & Barneby

Chamaecrista ramosa (Vogel) Irwin
& Barneby

Chamaecrista sp.1

Cratylia mollis Mart. ex Benth.

Erythrina velutina Willd.
Lonchocarpus aff. *campestris* Benth.
Mimosa lewisii Barneby
M. tenuiflora (Willd.) Poir.
Parapiptadenia zehntneri (Harms)
M. P. Lima & H. C. Lima
Periandra coccinea (Schrad.) Benth.
Senna acuruensis (Benth.) Irwin &
Barneby
S. angulata (Vogel) Irwin & Barneby
S. chrysocarpa (Desv.) Irwin &
Barneby
S. macranthera (Collad.) Irwin &
Barneby
S. martiana (Benth.) Irwin &
Barneby
S. rizzini Irwin & Barneby
S. spectabilis (DC.) var. *excelsa*
(Schrad.) Irwin & Barneby
S. splendida (Vogel) Irwin &
Barneby
S. trachypus (Benth.) Irwin &
Barneby
Zornia sericea Moric.
MALPIGHIACEAE (5/7)
Banisteriopsis schizoptera (A. Juss.)
B. Gates
Byrsonima gardneriana A. Juss.
Byrsonima vacciniaefolia A. Juss.
Byrsonima sp.
Janusia anisandra (Juss.) Griseb.
Heteropteris sp.
Stigmaphyllon paralias A. Juss.

MALVACEAE (4/5)
Bakeridesia pickelii Monteiro
Herissantia tiubae (K. Sch.) Briz.
Pavonia humifusa A. St.-Hil.
P. martii Mart. ex Colla
Sida sp.
ORCHIDACEAE (2/2)
Cyrtopodium intermedium Brade
Indet.
PASSIFLORACEAE (1/4)
Passiflora foetida L.
P. luetzelburgii Harms
Passiflora sp.1
Passiflora sp.2
RHAMNACEAE (1/1)
Ziziphus joazeiro Mart.
RUBIACEAE (2/2)
Coutarea hexandra (Jacq.) K.
Schum.
Tocoyena formosa (Cham. &
Schltdl.) K. Schum.
SAPINDACEAE (2/2)
Allophylos quercifolius (Mart.)
Radlk.
Serjania comata Radlk.
SAPOTACEAE (1/1)
Bumelia sartorum Mart.
SCROPHULARIACEAE (3/7)
Angelonia bisaccata Benth.
A. cornigera Hook.
A. hirta Cham.
A. hookeriana Gardn.

12. Recursos Florais e Sistema de Polinização na Caatinga

A. pubescens Benth.

Bacopa sp.

Stemodia sp.

SOLANACEAE (2/7)

Nicotiana tabacum L.

Solanum asperum Rich.

S. baturitense Huber

S. crinitum Lam.

S. gardneri Sendtn.

S. paludosum Moric.

S. variabile Mart.

STERCULIACEAE (3/4)

Helicteres mollis K. Schum.

H. velutina K. Schum.

Melochia tomentosa L.

Waltheria rotundifolia Schrank

TILIACEAE (1/1)

Luehea sp.

TURNERACEAE (1/2)

Turnera diffusa Willd. ex Schult.

Turnera sp.

VERBENACEAE (2/3)

Lantana camara L.

Lippia gracilis Schau.

L. schomburgkiana Schau.

VIOLACEAE (1/1)

Hybanthus calceolaria (L.) G. K.

Schulze.

I. C. Machado & A. V. Lopes

**VARIAÇÃO NO MODO DE
DISPERSÃO DE ESPÉCIES
LENHOSAS EM UM GRADIENTE DE
PRECIPITAÇÃO ENTRE FLORESTA
SECA E ÚMIDA NO NORDESTE DO
BRASIL**

*Adriano Vicente, André Maurício Melo Santos &
Marcelo Tabarelli*

Introdução

A principal diferença ecológica entre florestas tropicais secas e úmidas está relacionada à diferença na quantidade e sazonalidade da precipitação anual. Tanto localmente como regionalmente a diversidade e composição florística, formas de crescimento, fenologia e demografia são em grande parte funções da hidrologia (Frankie *et al.* 1974, Gentry 1982, 1988, Bullock 1995, Ceballos 1995). Vários estudos têm apontado para uma gradual e monótona mudança estrutural e funcional das comunidades ao longo de um gradiente de precipitação (Murphy & Lugo 1986, Gentry 1995, Medina 1995). Mais que isso, de acordo com Gentry (1983), as florestas neotropicais apresentam padrões constantes e previsíveis, não somente na composição taxonômica e diversidade de espécies, mas, também, na ecologia de polinização e dispersão.

A ecologia de dispersão constitui uma importante base para o entendimento da estrutura e funcionamento das comunidades florestais nos neotrópicos (Gentry 1983). Quanto ao modo de dispersão de plantas lenhosas, é assumido que a frequência das várias estratégias de dispersão de sementes difere entre locais mais úmidos e mais secos, tanto na escala continental quanto na escala local, bem como entre espécies arbóreas simpátricas perenes e decíduas (Bullock 1995, Gentry 1995). Geralmente é suposto que sementes dispersas pelo vento prevalecem em florestas secas, e que a dispersão por animais ganha maior importância em florestas úmidas (Howe & Smallwood 1982, Gentry 1983, 1995). Por exemplo, em quatro localidades da Floresta Atlântica na região do sudeste do Brasil (precipitação entre 2.300 - 4.000 mm/ano), Morellato *et al.* (2000) encontraram uma alta porcentagem de espécies lenhosas dispersas por vertebrados (> 80%, $n = 324$). Griz & Machado (1998) registraram aproximadamente 95% destas espécies ($n = 69$) em uma única área de Floresta Atlântica na região nordeste (2.400 mm/ano). Em contraste, em uma área de floresta seca de Caatinga (803 mm/ano), Machado *et al.* (1997) relataram que apenas cerca de 26% das espécies lenhosas estudadas apresentaram síndromes de dispersão por vertebrados.

No nordeste do Brasil, as florestas distribuem-se seguindo a diminuição na média pluviométrica do litoral em direção ao interior do continente. A floresta costeira se estabelece em uma estreita faixa de cerca de 50 km ao longo da costa atlântica. Essa floresta abrange dois tipos vegetacionais principais: (1) floresta Ombrófila Densa, mais próxima da costa, com precipitação anual entre 1600 a 2500 mm, apresentando quatro estratos vegetacionais, com árvores emergentes que podem atingir em torno de 35 m e (2) floresta Semidecidual, que forma um estreito cinturão de floresta mais seca no interior do continente, com uma precipitação anual entre 1250 e 1750 mm (Veloso *et al.* 1991). Em direção ao interior do

continente esta vegetação perde em altura e ganha em espécies decíduas e sua fisionomia toma contornos de floresta seca, conhecida regionalmente como caatinga. A região da Caatinga ocupa a área central do nordeste brasileiro, com precipitação anual entre 240 e 900 mm. Condicionada pelo tipo de solo e pela topologia, a fisionomia dessa região pode variar grandemente, com o dossel podendo atingir entre cinco e 17 m de altura.

Este estudo verifica a mudança gradativa na porcentagem de espécies dispersas por vertebrados em florestas úmidas e secas, através de um gradiente de precipitação entre a Floresta Atlântica e a Caatinga. Foram testadas duas hipóteses: (a) a porcentagem de espécies dispersas por vertebrados decresce ao longo de um gradiente de precipitação anual, no sentido das áreas mais úmidas para as mais secas e (b) dentro da categoria de espécies dispersas por vertebrados, existe um decréscimo na porcentagem de grandes frutos e de frutos carnosos de acordo com o decréscimo da precipitação no gradiente. Para tal, foram analisados o tipo, o tamanho e o modo de dispersão de frutos de espécies de plantas lenhosas em 26 localidades no nordeste brasileiro. As análises foram realizadas em duas escalas, uma com base nas próprias localidades e a outra a partir do agrupamento de localidades de acordo com categorias de precipitação. Além disto, é apresentada uma breve discussão sobre a variação na composição taxonômica no gradiente de precipitação.

Material e métodos

Tipos vegetacionais e áreas de estudo

Este estudo abrange três tipos principais de vegetação do nordeste do Brasil: A Floresta Atlântica Costeira, a Caatinga e os Brejos de altitude. A Floresta Atlântica Costeira ocupa uma estreita

faixa com cerca de 50 km para o interior do continente. Seu clima é tropical com uma precipitação anual entre 1250 e 2500 mm (Floresta Ombrófila Densa e Semidecidual), com dois a quatro meses secos. Essa região é ocupada por platôs sedimentares, depósitos marinhos (Formação Barreiras) e antigas encostas do platô da Borborema, ocupando uma área de baixos platôs até encostas de barlavento da Borborema (600 - 800 m a.n.m.). Prevalecem os solos tropicais pobres em nutrientes, incluindo Latossolos vermelho-amarelo, Podizols e Litossolos. Famílias como Anacardiaceae, Leguminosae e Bignoniaceae são características no dossel da vegetação e Myrtaceae, Rubiaceae e Melastomataceae são mais prevalentes no sub-bosque (IBGE 1985). A Caatinga cobre cerca de 800.000 km² na área central da região nordeste, estendendo-se sobre bases sedimentares, montanhas e platôs (IBGE 1985). Seu clima é semi-árido com precipitação entre 240-900 mm, possuindo de seis a oito meses secos. A diversidade geológica da Caatinga suporta um grande número de solos, incluindo Latossolos, Litossolos, Regossolos e Solos Arenosos (Sampaio 1995). As famílias mais ricas em espécies lenhosas no ecossistema são Leguminosae, Euphorbiaceae, Asteraceae, Solanaceae, Boraginaceae e Cactaceae (Rodal & Melo 1999). Para uma visão geral sobre a Caatinga ver Andrade-Lima (1981), Sampaio (1995) e o Capítulo 1 deste volume. Finalmente, os brejos são enclaves de florestas úmidas no interior da região da Caatinga. Esta vegetação ocupa principalmente as encostas de barlavento da Borborema e platôs entre 600 e 1100 m, com precipitação que varia entre 940 e 1400 mm (Andrade-Lima 1982, Lyra 1984). O principal tipo de vegetação é a Floresta Atlântica semidecidual, com árvores emergentes que podem atingir até 35 m de altura (Veloso *et al.* 1991). As famílias mais representativas do dossel são Leguminosae, Meliaceae e

Apocynaceae (Andrade-Lima 1982). Para mais detalhes sobre os brejos de altitude ver Capítulo 11 deste volume.

Foram selecionadas 26 áreas a partir de levantamentos existentes na literatura. Destas, 20 pertencem à formação da Caatinga, três à Floresta Semidecidual de terras altas (brejos) e três à Floresta Ombrófila Densa. Estas duas últimas formações integrando o complexo da Floresta Atlântica (Figura 1). As áreas estão dispostas a distâncias que variam de 4 a 800 km do litoral para o interior do continente, localizadas em cinco estados do nordeste do Brasil: Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba e Piauí (Tabela 1). Estes levantamentos abrangem um gradiente de precipitação média anual de 246 a 2448 mm, em diferentes tipos de solo. Os levantamentos representam uma das melhores compilações de dados publicados sobre a composição de espécies lenhosas da Caatinga e Floresta Atlântica no nordeste do Brasil. Estes estudos foram realizados utilizando-se diferentes métodos, no entanto foram baseados em apenas dois critérios amostrais (Tabela 2)

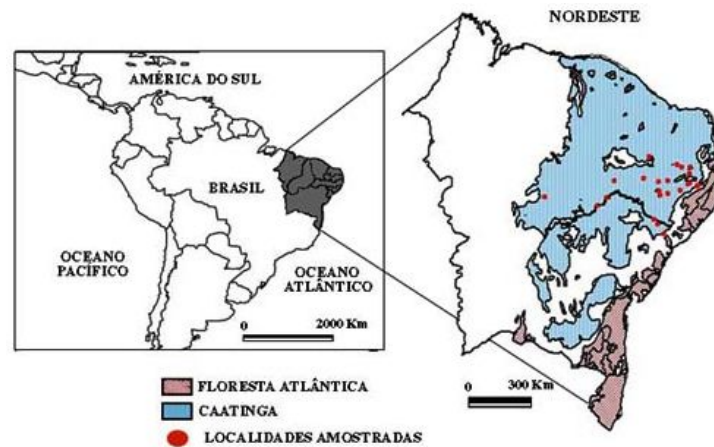


Figura 1. Distribuição espacial das 26 localidades amostradas na Caatinga e Floresta Atlântica no nordeste do Brasil (IBGE 1985).

Tabela 1. Principais características das 26 localidades analisadas na Catinga e na Floresta Atlântica no nordeste do Brasil. Localização (S,W) – L; altitude (m) – A; precipitação (mm/ano) – P; tipo de solo – TS; altura de vegetação (m) – AV; Fonte dos dados FD.

Localidades	L	A	P	TS	AV	FD
Cabaceiras - PB	7°29' - 36°17'	500	246	Bruno não-cálcico, Litólico	6	Lira 1979
Barra de São Miguel - PB	7°45' - 36°19'	500	363	Bruno não-cálcico, Litólico	3	Lira 1979
Serra Branca - PB	7°29' - 36°39'	500	386	Bruno não-cálcico, Litólico	7	Lira 1979
São João do Cariri - PB	7°23' - 36°51'	500	386	Bruno não-cálcico, Litólico	7.5	Lira 1979
Vale do Moxotó - PE	8°30' - 37°38'	400-800	400	Areias quartzosas, Litólico, Bruno não-cálcico	-	Rodal 1984
Santa Maria da Boa Vista - PE	8°45' - 39°50'	453	454	Latosolo	-	Drumond <i>et al.</i> 1982
Canindé - SE	9°37' - 37°51'	280	529	Cambisol, Bruno não-cálcico	16	Fonseca 1991
Poço Redondo - SE	9°48' - 37°41'	230	542	Regosolo, Solonetz	15	Fonseca 1991
Brejo da Madre de Deus - PE	8°09' - 36°19'	627*	553	Regosolo	-	Andrade 2000
Petrolina - PE	9°02' - 40°14'	337	570	Cambisol	14	Nascimento 1998
Custódia - PE	8°06' - 37°40'	500	574	Regosolo, Bruno não-cálcico	15	Araújo <i>et al.</i> 1995
Parnamirim - PE	8°04' - 39°30'	400	580	Podzólico, Bruno não-cálcico Planosolo, Vertisol, Regosolo	12	Santos 1987
Alagoinha - PE	8°27' - 36°44'	762	584	Litólico, Podzólico	-	Griz & Machado 2001

Localidades	L	A	P	TS	AV	FD
Sertânea - PE	8°04' - 37°16'	450	600	Regosolo, Bruno não-cálcico	9	Figueirêdo 2000
Buíque - PE	8°35' - 37°15'	835	600	Areias quartzosas	9	Gomes 1999
Ibimirim - PE	8°39' - 37°35'	600	631	Areias quartzosas	-	Rodal <i>et al.</i> 1999
Serra Talhada - PE	7°57' - 38°17'	500-700	650	Cambisolo, Litólico	-	Ferraz <i>et al.</i> 1998
Nossa Senhora da Glória - SE	10°13' - 37°25'	291*	663	Podzólico	15	Souza 1983
São Raimundo Nonato - PI	8°44' - 42°29'	600	688	Latosolo	9.5	Lemos 1999
Caruaru - PE	8°14' - 35°55'	537	694	Regosolo, Litólico	19	Alcoforado-Filho 1993
Brejo da Madre de Deus - PE	8°11' - 36°23'	900-1030	948	Podzólico	30	Nascimento 2001
Triunfo - PE	7°4' - 38°02'	900-1000	1250*	Latosolo, Litólico	13	Ferraz <i>et al.</i> 1998
Caruaru - PE	8°18' - 36°00'	800	1333	Podzólico, Planossolo	35	Tavares 1998
João Pessoa - PE	7°6' - 34°52'	40-50	1600*	Podzólico	20	Barbosa 1996
Cabo de Santo Agostinho - PE	8°18' - 34°58'	40-60	2380	Podzólico	26	Siqueira 1997
Recife - PE	8°04' - 35°55'	50*	2448	Podzólico	28	Guedes 1998

* Dados do município.

Tabela 2. Critério e esforço de amostragem usados nos inventários das 26 localidades de Caatinga e Floresta Atlântica analisadas no estudo. Tamanho da amostra (nº de indivíduos) – TN; critério amostral – CA; número de espécies lenhosas – NE.

Localidade	TN	CA¹	NE
Cabaceiras	0,1 ha (297)	todas as espécies lenhosas	9
Barra de São Miguel	0,1 ha (74)	todas as espécies lenhosas	7
Serra Branca	0,2 ha (335)	todas as espécies lenhosas	9
São João do Cariri	0,2 ha (315)	todas as espécies lenhosas	10
Vale do Moxotó	0,42 ha (257)	5 DNS	16
Santa Maria da Boa Vista	(flora)	todas as espécies lenhosas	65
Canindé	0,45 ha (1664)	3 DNS	29
Poço Redondo	0,3 ha (1029)	3 DNS	31
Brejo da Madre de Deus	1 ha (2828)	3 DNS	26
Petrolina	1,4 ha (2234)	3 DNS	38
Custódia	1 ha (2180)	5 DNS	35
Parnamirim	0,2 ha (640)	todas as espécies lenhosas	22
Alagoinha	1 ha (flora)	todas as espécies lenhosas	26
Sertânea	1 ha (4977)	3 DNS	28
Buíque	1 ha(400)	3 DNS	79
Ibimirim	(flora)	todas as espécies lenhosas	60
Serra Talhada	0,3 há (flora)	todas as espécies lenhosas	40
Nossa Senhora da Glória	0,4 há (1086)	5 DAP	29
São Raimundo Nonato	1 ha (5827)	3 DNS	40
Caruaru	0,6 ha (2286)	3 DNS	42
Brejo da Madre de Deus	1 ha (1657)	5 DAP	48
Triunfo	0,3 ha (flora)	todas as espécies lenhosas	78
Caruaru	1 ha (1562)	5 DAP	65
João Pessoa	1 ha (1194)	5 DAP	57
Cabo de Santo Agostinho	1 ha (1657)	5 DAP	74
Recife	1,2 ha (flora)	todas as espécies lenhosas	120

¹ Referente ao tamanho mínimo do diâmetro a altura do peito (DAP) ou diâmetro ao nível do solo (DNS) das espécies amostradas.

(de 3 cm DAS e 5 cm de DAP para todas as espécies lenhosas), considerado apropriado para registrar um conjunto representativo das espécies de árvores e arbustos encontrados em cada ponto de coleta.

Modo de dispersão, tamanho e tipo de fruto vs. precipitação média anual

Todas as espécies registradas em cada área foram classificadas em categorias de modo de dispersão, tamanho e tipo de fruto. A classificação foi baseada em descrições detalhadas das características de história de vida encontradas na literatura (Roosmalen 1985, Barroso *et al.* 1999), pelo prévio conhecimento da morfologia dos frutos e através de verificação de espécimes de herbário. Desta forma, a síndrome de dispersão foi classificada de acordo com dois modos de dispersão mutuamente exclusivos: (1) espécies dispersas por vertebrados - são aquelas que produzem diásporos aderidos a uma polpa carnosa, arilo, ou outras características tipicamente associadas a agentes dispersores vertebrados e (2) espécies dispersas por meios abióticos - são aquelas que apresentam sementes aladas, plumas ou outros dispositivos de dispersão por vento que reduzem a velocidade da taxa de queda de semente, ou ainda aquelas dispersas por queda livre ou propelidas por explosão, em frutos que se abrem repentinamente. Esta última categoria inclui espécies de Euphorbiaceae dispersas secundariamente por formigas (sementes que produzem elaiossomo *e.g.*, gêneros de *Manihot* e *Jatropha*), que são primariamente dispersas por autocoria (Webster 1994, Machado *et al.* 1997).

Posteriormente, as espécies dispersas por vertebrados foram classificadas em relação ao tamanho dos frutos de acordo com as seguintes classes de tamanho: (1) frutos menores que 0,6 cm de

largura; (2) frutos entre 0,6 e 1,5 cm de largura; (3) frutos entre 1,6 e 3,0 cm; e (4) frutos maiores que 3,0 cm de largura. Foram usadas estas categorias porque, para uma grande proporção de espécies lenhosas na Floresta Atlântica e Caatinga, há uma grande variação intra-específica dentro dessas classes de tamanho de frutos (Barroso *et al.* 1999, Silva & Tabarelli 2000, Tabarelli & Peres 2002). Por conveniência, a referência para os frutos dentro destas classes de tamanho foi simplificada para pequeno, médio, grande e muito grande. Os frutos também foram classificados como baga, monocarpo e pseudofruto (frutos carnosos) e, drupa, legume ou cápsula (frutos parcialmente esclerocárpico) de acordo com Roosmalen (1985).

As espécies amostradas em cada área foram agrupadas dentro de cinco categorias de precipitação média anual: (1) 400 mm (duas áreas, 70 spp., 400-454 mm); (2) 500 mm (sete áreas, 108 spp., 529-584 mm); (3) 600 mm (sete áreas, 192 spp., 600-694 mm); (4) 900 mm (três áreas, 104 spp., 948-1.333 mm) e (5) 1.500 mm (três áreas, 168 spp., 1.600-2.448 mm). Foram obtidas as porcentagens de árvores e arbustos com diferentes modos de dispersão, tamanhos e tipos de fruto para cada uma das 26 localidades estudadas. Posteriormente, as plantas foram agrupadas de acordo com as cinco categorias de precipitação previamente estabelecida. Então, foram examinadas as relações entre o modo de dispersão, a composição taxonômica e a precipitação anual nas duas escalas propostas (*i.e.*, entre localidades e entre localidades agrupadas por categoria de precipitação). As espécies amostradas nas categorias de 200 e 300 mm não foram incluídas nesta análise porque vários *taxa* tinham sua identificação limitada ao nível genérico.

Composição taxonômica

Para analisar as relações entre composição taxonômica e a precipitação anual das espécies dispersas por vertebrados, foi quantificado o número (e proporção) de espécies das famílias Myrtaceae e Leguminosae entre as localidades e entre as cinco categorias de precipitação. Esta análise foi restrita a Myrtaceae e Leguminosae, porque as demais famílias apresentaram um número reduzido de espécies registradas, as quais não permitiriam uma análise estatística segura. A família Cactaceae foi excluída do estudo, pois as espécies respondem de maneira inversa à hipótese do gradiente de precipitação.

Análise estatística

Foi utilizado o coeficiente de correlação de Spearman (Sokal & Rohlf 1995) para examinar a porcentagem de espécies com diferentes modos de dispersão, tamanho e tipo de fruto em relação à precipitação média anual (entre as localidades). A diferença na porcentagem dos modos de dispersão entre as categorias de precipitação média anual foi analisada através do teste G (Sokal & Rohlf 1995). O coeficiente de Spearman e o teste G também foram utilizados para analisar a distribuição das espécies de Myrtaceae e Leguminosae entre as localidades e entre as categorias de precipitação média anual.

Resultados

Modo de dispersão, tamanho e tipo de fruto vs. precipitação média anual

Nas 26 áreas foram registradas 507 espécies, das quais 288 (56,9%) são dispersas por vertebrados e 219 (43,1%) são dispersas abioticamente. A porcentagem de espécies dispersas por

vertebrados variou de 11% (na área de menor precipitação) a 79,8% (maior precipitação), apresentando uma correlação positiva em relação à precipitação média anual ($r_s = 0,82$; $p < 0,001$; $n = 26$; Figura 2). Também foi encontrada diferença significativa entre as porcentagens de espécies dispersas por vertebrados nas diferentes categorias de precipitação média anual ($G = 125,3$; $g.l. = 4$; $p < 0,001$; Figura 3), o que representou um aumento de 21,4% na categoria de 400 mm/ano para 79,6% na categoria de 1.500 mm/ano.

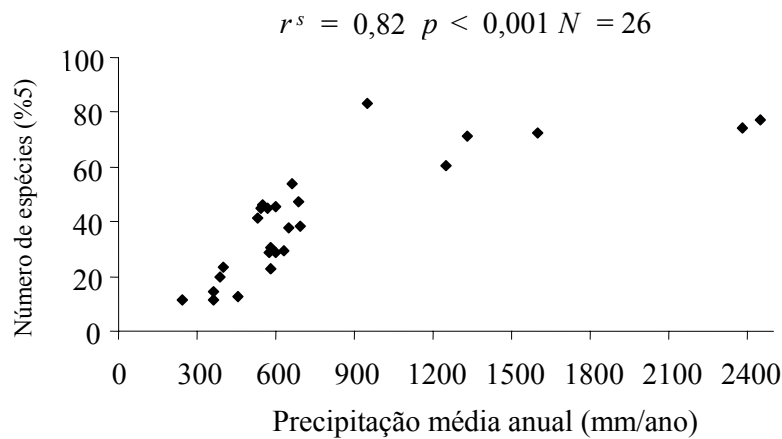


Figura 2. Relação entre porcentagem de espécies dispersas por vertebrados e precipitação média anual nas localidades da Caatinga e Floresta Atlântica no nordeste do Brasil.

Dentro da categoria de espécies dispersas por vertebrados, frutos médios (40,5%) e muito grandes (23,5%) prevaleceram sobre os demais, embora tenham apresentado diferenças entre os tipos de

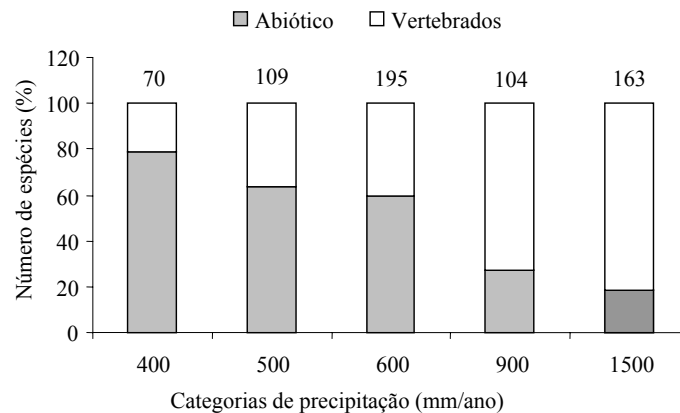


Figura 3. Porcentagem de espécies dispersas por vertebrados dentro das categorias de precipitação média anual na Caatinga e Floresta Atlântica no nordeste do Brasil. Os números acima de cada barra vertical representam o número de espécies examinadas em cada categoria.

vegetação. A Caatinga apresentou maior porcentagem de frutos médios (46,7%) e muito grandes (25,2%) e a Floresta Atlântica foi melhor representada por frutos pequenos (25,4%) e médios (37,8%) (Figura 4). Apenas frutos pequenos apresentaram correlação significativa com a precipitação ($r_s = 0,65$; $p < 0,001$; $n = 26$). As demais categorias de tamanho não apresentaram correlação significativa em nenhum nível espacial (entre localidades e categorias de precipitação).

Entre as espécies registradas na Caatinga e Floresta Atlântica, baga foi o tipo de fruto com maior frequência (36,3%), seguida por drupa (28,0%), cápsula (15,6%), legume (6,3%) e outros (13,5%) (e.g., monocarpas, pseudofruto). Os tipos de fruto também não apresentaram correlação significativa com a precipitação. No entanto, baga e drupa, tipos de fruto representados na maioria das espécies, apresentaram variação de porcentagem em relação

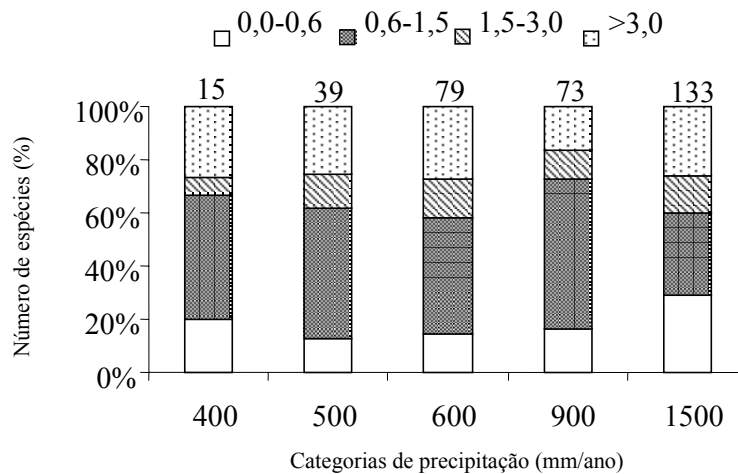


Figura 4. Porcentagem de espécies com diferentes tamanhos de frutos dentro das categorias de precipitação na Caatinga e Floresta Atlântica no nordeste do Brasil. Os números acima de cada barra vertical representam o número de espécies examinadas em cada categoria.

aos extremos de precipitação. A porcentagem de baga aumentou de 17,6%, na categoria de 400 mm, para 33,1%, na categoria de 1.500 mm. Inversamente, drupa sofreu uma redução de 52,9%, na categoria de 400 mm, para 25,3%, na categoria de 1.500 mm (Figura 5).

Variação na composição taxonômica

Entre as espécies dispersas por vertebrados, 11 famílias acumularam mais da metade das espécies estudadas (54,3%; 157 spp.). Myrtaceae foi a família mais representativa (33 spp.), seguida por Leguminosae (18), Rubiaceae (16), Sapotaceae (14), Erythroxylaceae (13), Melastomataceae (12), Boraginaceae (12), Annonaceae (12), Sapindaceae (9), Lauraceae (nove) e Euphorbiaceae (nove). Estas 11 famílias apresentaram maior riqueza também nas categorias de precipitação que caracterizam a

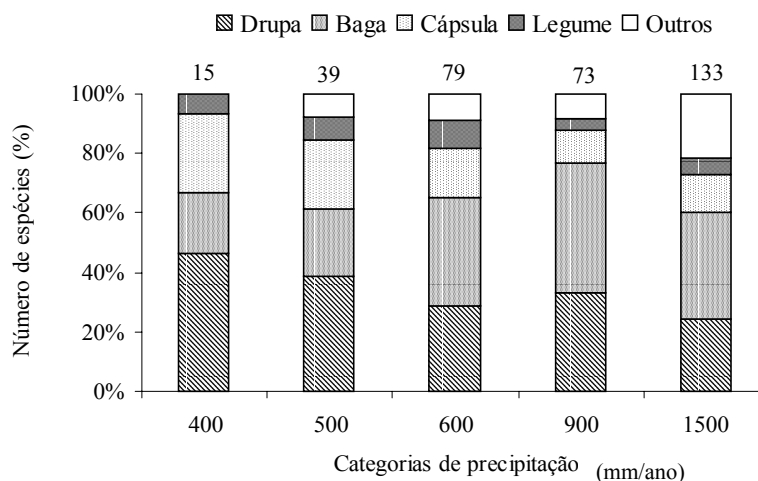


Figura 5. Porcentagem de espécies com diferentes tipos de frutos dentro das categorias de precipitação na Caatinga e Floresta Atlântica no nordeste do Brasil. Os números acima de cada barra vertical representam o número de espécies examinadas em cada categoria.

Floresta Atlântica (acima de 900 mm), mas não naquelas que caracterizam a Caatinga (abaixo de 900 mm), onde Sapotaceae, Melastomataceae, Sapindaceae e Lauraceae não apresentaram espécies. Erythroxylaceae, Rutaceae e Euphorbiaceae apresentaram maior número de espécies na Caatinga quando comparado com a Floresta Atlântica (Figura 5). As espécies de Myrtaceae não foram correlacionadas com a precipitação entre as localidades devido ao alto número de *taxa* identificados no nível de gênero, principalmente nas localidades de floresta úmida. Myrtaceae apresentou somente uma espécie na categoria de 500 mm (2,5%), sendo as demais distribuídas nas categorias acima de 600 mm (20,5%), o que levou a uma diferença significativa entre as categorias de precipitação de 500mm e 900 mm ($G = 14,0$; $g.l. = 3$; $p = 0,002$). Leguminosae (*sensu lato*) foi positivamente

correlacionada com a precipitação entre as localidades ($r_s = 0,66$; $p < 0,001$; $n = 26$), mas não entre as categorias de precipitação.

Discussão

Modo de dispersão, tamanho e tipo de fruto vs. precipitação média anual

Os resultados encontrados neste estudo sugerem uma constante e previsível variação no modo de dispersão em relação ao gradiente de precipitação média anual, com as espécies dispersas por vertebrados se tornando mais importantes nas áreas mais úmidas. Os dados revelaram um acréscimo de aproximadamente quatro vezes o número de espécies dispersas por vertebrados, da categoria de menor para a de maior umidade, dentro e através dos dois diferentes ecossistemas. Estes resultados estão de acordo com a idéia defendida por Bullock (1995) e Gentry (1995) sobre a frequência de diferentes estratégias de dispersão de sementes entre locais secos e úmidos.

Outros estudos também têm apontado para as diferentes tendências na predominância dos modos de dispersão em áreas de florestas secas e úmidas no nordeste do Brasil. Machado *et al.* (1997) e Griz & Machado (2001), por exemplo, encontraram maior predomínio de espécies dispersas abioticamente (espécies anemocóricas e autocóricas) na Caatinga, enquanto Griz & Machado (1998) encontraram uma maior predominância de espécies dispersas por vertebrados na Floresta Atlântica. Uma análise realizada por Barbosa *et al.* (2001), a partir de registros de coleção de herbário, apontou para uma diminuição de 18% na riqueza de espécies dispersas por vertebrados da região mais úmida da Caatinga (agreste, acima de 600 mm/ano, Lins 1989) em relação à região mais seca (sertão, abaixo de 600 mm/ano). Silva &

Tabarelli (2000), analisando 427 espécies na Floresta Atlântica do nordeste, encontraram um percentual de 71,4% das espécies dispersas por vertebrados.

Na verdade, os padrões de distribuição de espécies são altamente dependentes das estratégias de dispersão. Espécies dispersas pelo vento em florestas secas tendem a ter uma faixa de distribuição mais larga e espécies dispersas por aves e mamíferos em florestas úmidas têm uma maior propensão ao endemismo local (Gentry 1983). Tabarelli *et al.* (2003), utilizando-se dos dados das mesmas vinte localidades na Caatinga analisadas nesse estudo, demonstraram que espécies dispersas abioticamente têm uma maior distribuição espacial através do gradiente de precipitação, quando comparadas às espécies dispersas por vertebrados. Mais especificamente, os autores encontraram que 27,4% das espécies com dispersão abiótica, ocorreram em porções do gradiente de precipitação com mais que 100 mm de variação e 44% foram registradas em no mínimo duas localidades. Por outro lado, 85% das espécies dispersas por vertebrados estão distribuídas em porções do gradiente de precipitação com menos que 1000 mm de variação e 73,8% foram restritas a uma única localidade.

A disponibilidade de água, de fato, parece ser um fator essencial para a produção (Tabarelli *et al.* 2003), germinação e estabelecimento (Howe & Smallwood 1982, Capítulo 15 deste volume) de frutos carnosos. Na verdade, a variação sazonal na viabilidade de água, aparentemente, determina o desenvolvimento sazonal das espécies arbóreas tropicais (Reich & Borchert 1984) e o déficit hídrico limita as atividades fenológicas (*i.e.*, floração, frutificação, queda e produção de folhas) (Lieberman 1982). Como consequência, em florestas tropicais (seca e úmida) com distintos ciclos sazonais secos e úmidos, frutos dispersos por vertebrados tendem a ser produzidos durante a estação mais úmida do ano

(Howe & Smallwood 1982), como mostrado em vários estudos na Costa Rica (Jazen 1967, Frankie *et al.* 1974, Opler *et al.* 1980), Venezuela (Lampe *et al.* 1992), Bolívia (Justiniano & Fredericksen 2000), Colômbia (Stenvenson *et al.* 1998) e Brasil (Morellato *et al.* 1989, Machado *et al.* 1997, Griz & Machado 2001).

Outros fatores além da disponibilidade de água também podem estar correlacionados com a distribuição de espécies dispersas por vertebrados. Por exemplo, diferenças edáficas e topográficas podem suportar maior ou menor frequência de espécies zoocóricas (Gentry 1983, Bullock 1995). Além disso, tanto a variação no tamanho da população como no comportamento de animais em escalas locais ou regionais pode influenciar a frequência de espécies zoocóricas (Bullock 1995, Ceballos 1995). Ainda, o tamanho dos diásporos tem grande participação na seleção de agentes dispersores, podendo inclusive influenciar na composição faunística local (Harper *et al.* 1970, Pratt & Stiles 1985, Wheelright 1985, Griz & Machado 1998). A própria riqueza de espécies de aves pode variar entre climas mais úmidos (com vegetação perene) e climas sazonais (com vegetação decídua), sendo mais alta na primeira e menor na segunda (Levey & Stiles 1994). Por outro lado, apesar destas e outras evidências acumuladas, as informações sobre a complexa interação entre produção de frutos e vetores dependentes destes, ainda são incertas.

Embora os dados aqui analisados tenham sido resgatados a partir de vários trabalhos disponíveis na literatura, com diferentes métodos de coleta, é pouco provável que os resultados tenham sido comprometidos. Na verdade estes resultados contribuem para uma maior compreensão sobre uma gradativa variação nas estratégias de dispersão e morfologia de frutos em um gradiente de precipitação dentro e através de florestas perene, semidecídua e decídua, entre

dois complexos ecossistemas (Caatinga e Floresta Atlântica) no nordeste do Brasil.

Variação na composição taxonômica

Myrtaceae e Leguminosae (*sensu lato*) juntas representaram 17,7% das espécies dispersas por vertebrados amostradas nas 26 localidades. Os resultados demonstraram que estas duas famílias apresentaram aumento de ocorrência ao longo do gradiente de precipitação, muito embora a maior representatividade de cada uma tenha ocorrido em tipos vegetacionais diferentes. Independente do tipo de vegetação, o resultado desse estudo confirma que estas são duas famílias que estão entre as mais importantes nos neotrópicos (ver Gentry 1988).

O maior número de espécies de Myrtaceae (21 spp., 63,6%) concentrou-se em localidades com precipitação entre 900 mm e 1500 mm na Floresta Atlântica, incluindo os brejos de altitude (ilhas de Floresta Atlântica dentro da região árida da Caatinga, Andrade-Lima 1982). Embora 14 espécies de Myrtaceae tenham sido registradas na Caatinga, apenas uma (7,14%) foi encontrada em localidades com precipitação abaixo de 600 mm. Segundo Gentry (1995), Myrtaceae não é uma das famílias com maior número de espécies em florestas secas tropicais, sendo pobremente representada na região da Caatinga (Rodal & Melo 1999). Na verdade, Myrtaceae é a família com o maior número de espécies de plantas lenhosas da Floresta Atlântica brasileira (Mori *et al.* 1983, Lima & Guedes-Bruni 1997), que é considerado um centro de diversidade para esta família na América do Sul (Landrum 1981, 1986).

As espécies de Leguminosae dispersas por vertebrados foram amostradas em todas as 26 localidades. De todas as espécies de Leguminosae estudadas, 71,4% foram registradas nas categorias de

precipitação entre 948 e 2448 mm, na Floresta Atlântica e 28,6% foram registradas em localidades da Caatinga com precipitação acima de 700 mm. Algumas espécies (do gênero *Swartzia*) foram registradas unicamente em localidades acima de 600 mm. Segundo Gentry (1995), Leguminosae é considerada uma das famílias com maior número de espécies em florestas secas dos neotrópicos. Baseando-se em dados de 20 florestas secas nos neotrópicos, este autor encontrou que Leguminosae é a família mais importante em 17 localidades (85%) e a segunda mais importante nas demais. Além disso, Leguminosae também é uma das famílias mais importantes para as florestas úmidas dos neotrópicos, apresentando-se sempre entre as 10 famílias mais ricas (Gentry 1988, 1990). Por exemplo um estudo na Mata de Dois Irmãos, um fragmento de Floresta Atlântica no nordeste do Brasil, foi registrado para Leguminosae o segundo maior número de espécies (23 spp.) (Guedes 1998).

Os resultados deste estudo de variação na composição taxonômica no gradiente de precipitação reforçam a hipótese lançada por Tabarelli *et al.* (2003), segundo a qual várias espécies dispersas por vertebrados devem ter habitats adequados na Floresta Atlântica costeira e nos brejos, de onde podem partir para colonizar áreas de caatinga mais úmidas ao seu redor. Os resultados reforçam também a idéia que, em relação às espécies abióticas, aquelas dispersas por vertebrados têm sua distribuição numa faixa mais estreita no gradiente de precipitação, como sugerem os dados de Myrtaceae e Leguminosae.

Gentry (1983) sugere que o aumento na diversidade em comunidades de florestas úmidas é devido à adição de espécies dispersas por vertebrados e que o número absoluto de espécies dispersas abioticamente (anemocóricas) permanece relativamente constante. Assim, essas espécies não decrescem em importância,

mas sim a utilização dessa estratégia de dispersão torna-se proporcionalmente menos freqüente por causa do aumento na diversidade de espécies dispersas por vertebrados. Por outro lado, apesar das evidências de um padrão, ainda são necessários mais estudos que investiguem a distribuição de espécies em menor e maior amplitude, dentro e entre formações vegetacionais distintas, no nível de família ou de gênero, em relação a gradientes ambientais. Novos estudos devem lançar luz sobre o entendimento dos padrões de distribuição de espécies em florestas sazonais nos neotrópicos.

Referências bibliográficas

- ALCOFORADO-FILHO, F. G. 1993. *Composição florística e fitossociologia de uma área de caatinga arbórea no município de Caruaru-Pernambuco*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- ANDRADE, W. M. 2000. *Variações de abundância em populações de plantas da caatinga*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- ANDRADE-LIMA, D. 1981. The caatinga dominium. *Revista Brasileira de Botânica* 4:149-163.
- ANDRADE-LIMA, D. 1982. Present day forest refuges in Northeastern Brazil. Pp 245-254 in: G. T. Prance (ed.) *Biological Diversification in the Tropics*. Columbia University Press, New York.
- ARAÚJO, E. L., E. V. S. B. SAMPAIO & M. J. N. RODAL. 1995. Composição florística e fitossociologia de três áreas de caatinga de Pernambuco. *Revista Brasileira de Biologia* 55: 595-607.

A. Vicente et al.

- BARBOSA, M. R. V. 1996. *Estudo florístico e fitossociológico da Mata do Buraquinho, remanescente da Mata Atlântica em João Pessoa, PB*. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- BARBOSA, D. C. A., P. G. G. SILVA & M. C. A. BARBOSA. 2001. Tipos de frutos e síndromes de dispersão de espécies lenhosas da caatinga de Pernambuco. Pp 609-622 in: M. Tabarelli & J., M. C. Silva (orgs.) *Diagnóstico da Biodiversidade de Pernambuco*. SECTMA e Editora Massangana, Recife.
- BARROSO, G. M., M. P. MORIM, A. L. PEIXOTO & C. L. F. ICHASO. 1999. *Frutos e Sementes: Morfologia Aplicada à Sistemática de Dicotiledôneas*. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- BULLOCK, S. H. 1995. Plant reproduction in neotropical dry forests. Pp 277-303 in: S. H. Bullock, H. A. Mooney & E. Medina (eds.) *Seasonally Dry Tropical Forests*. Cambridge University Press, Cambridge.
- CEBALLOS, G. 1995. vertebrate diversity, ecology, and conservation in neotropical dry forests. Pp 185-220 in: H. Bullock, H. A. Mooney & E. Medina (eds.) *Seasonally Dry Tropical Forests*. Cambridge University Press, Cambridge.
- DRUMMOND, M. A., P. C. F. LIMA, S. M. SOUZA, & J. L. S. LIMA. 1982. Sociabilidade das espécies florestais da caatinga em Santa Maria da Boa Vista-Pe. *Boletim de Pesquisa Florestal* 4: 47-59.
- FERRAZ, E. M. N., M. J. N. RODAL, E. V. S. B. SAMPAIO & R. C. A. PEREIRA 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: 7-15.
- FIGUEIRÊDO, L. S. 2000. *Influência dos sítios de estabelecimentos na forma das plantas de populações simpátricas da caatinga*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

13. Modo de Dispersão de Espécies Lenhosas

- FONSECA, M. R. 1991. *Análise da vegetação arbustiva-arbórea da caatinga hiperxerófila do noroeste do Estado de Sergipe*. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- FRANKIE, G. W., H. G. BAKER & P. A. OPLER 1974. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forest in the lowland of Costa Rica. *Journal of Ecology* 62:881-919.
- GENTRY, A. H. 1982. Neotropical floristic diversity: phytogeographical connections between Central and South America: Pleistocene climatic fluctuations, or an accident of the Andean orogeny? *Annals of Missouri Botanical Garden* 69:557-593.
- GENTRY, A. H. 1983. Dispersal ecology and diversity in neotropical forest communities. *Sonderband Naturwissenschaftlicher Verein Hamburg* 7:303-314.
- GENTRY, A. H. 1988. Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental gradients. *Annals of Missouri Botanical Garden* 75:1-34.
- GENTRY, A. H. 1990. *Four neotropical rainforests*. New Haven, Yale University Press.
- GENTRY, A. H. 1995. Diversity and floristic composition of neotropical dry forests. Pp 146-193 in: H. Bullock, H. A. Mooney & E. Medina (eds.) *Seasonally Dry Tropical Forests*. Cambridge University Press, Cambridge.
- GOMES, A. P. S. 1999. *Florística e fitossociologia de uma vegetação arbustiva subcaducifólia no município de Buíque-Pernambuco*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- GRIZ, L. M. S. & I. C. S. MACHADO 1998. Aspectos morfológicos e síndromes de dispersão de frutos e sementes na Reserva Ecológica de Dois irmãos. Pp 197-224 in: I. C. Machado, A. V. Lopes & K. C. Pôrto (orgs.) *Reserva Ecológica de Dois Irmãos: Estudos em um Remanescente de Mata*

A. Vicente et al.

Atlântica em área Urbana (Recife–Pernambuco–Brasil). Editora Universitária da UFPE, Recife.

- GRIZ, L. M. S. & I. C. S. MACHADO. 2001. Fruiting phenology and seed dispersal syndromes in caatinga, a tropical dry forest in the northeast of Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 17:303-321.
- GUEDES, M. L. S. 1998. A vegetação fanerogâmica da Reserva Ecológica de Dois irmãos. Pp 157-172 in: I. C. Machado, A. V. Lopes & K. C. Pôrto (orgs.) *Reserva Ecológica de Dois Irmãos: Estudos em um Remanescente de Mata Atlântica em área Urbana (Recife–Pernambuco–Brasil)*. Editora Universitária da UFPE, Recife.
- HARPER, J. L., P. H. LOVELL & K. G. MOORE 1970, The shapes and sizes of seeds. *Annual Review of Ecology and Systematics* 1: 327-356.
- HOWE, H. F. & J. SMALLWOOD. 1982. Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics* 13: 201-228.
- IBGE. 1985. *Atlas Nacional do Brasil: Região Nordeste*. IBGE. Rio de Janeiro. Brasil.
- JANZEN, D. H. 1967. Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry season in Central America. *Evolution* 21:620-637.
- JUSTINIANO, M. J., T. S. FREDERICKSEN. 2000. Phenology of tree species in Bolivian dry forest. *Biotropica* 32: 276-281.
- LAMPE, M. G., Y. BERGERON, R. MCNEIL, & A. LEDUC. 1992. Seasonal flowering and fruiting patterns in tropical semi-arid vegetation of northeastern Venezuela. *Biotropica* 24: 64-76.
- LANDRUM, R. L. 1981. A monograph of the genus *Myrceugenia* (Myrtaceae). *Flora Neotropica* N° 29.
- LANDRUM, R. L. 1986. *Campomanesia, Pimenta, Blepharocalyx, Legrandia, Acca, Myrrhinium, and Luma* (Myrtaceae). *Flora Neotropica* N° 45.

- LEMOS, J. R. 1999. *Fitossociologia do componente lenhoso de um trecho de vegetação arbustiva caducifólia espinhosa no Parque Nacional Serra da Capivara, Piauí, Brasil*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- LEVEY, D. J. & F. G. STILES. 1994. Birds: ecology, behavior, and taxonomic affinities. Pp 217-228 in: L. A. McDade, K. S. Bawa, H. A. Hespenheide & G. S. Hartshorn (eds.) *La Selva: ecology and natural history of neotropical rain forest*. The University of Chicago Press, Chicago.
- LIEBERMAN, D. 1982. Seasonality and phenology in a dry tropical forest in Ghana. *Journal of Ecology* 70: 791-806.
- LIMA, H. C. & R. R. GUEDES-BRUNI. 1997. *Serra de Macaé de Cima: Diversidade Florística e Conservação em Mata Atlântica*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- LINS, R. C. 1989. *As Áreas de Exceção do Agreste de Pernambuco*. Sudene. Recife.
- LIRA, O. C. 1979. *Continuum vegetacional nos Cariris Velhos, Paraíba*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- LYRA, A. L. R. T. 1984. Efeito do relevo na vegetação de duas áreas do Município do Brejo da Madre Deus (PE). I – Condições climáticas. Pp. 263-277 in: *Anais do XXXIV Congresso Nacional de Botânica*. Curitiba, Brasil.
- MACHADO, I. C. S., L. M. BARROS, & E. V. S. B. SAMPAIO. 1997. Phenology of caatinga species at Serra Talhada, PE, Northeastern Brazil. *Biotropica* 29:57-68.
- MEDINA, E. 1995. Diversity of life forms of higher plants in neotropical dry forests. Pp 221-242 in: H. Bullock, H. A. Mooney & E. Medina (eds.) *Seasonally Dry Tropical Forests*. Cambridge University Press, Cambridge.

- MORELLATO, L. P. C., R. R. RODRIGUES, H. F. LEITÃO FILHO & C. A. A. JOLY. 1989. Estudo comparativo da fenologia de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semidecídua na Serra do Japi, Jundiá, São Paulo. *Revista Brasileira de Botânica* 12:85-98.
- MORELLATO, L. P. C., D. C. TALORA, A. TAKAHASI, C. C. BENCKE, E. C. ROMERA & V. B. ZIPPARO. 2000. Phenology of Atlantic rain Forest trees: a comparative study. *Biotropica* 32: 811-823.
- MORI, S. A., B. M. BOOM, A. M. CARVALINO & T. S. SANTOS 1983. Ecological importance of Myrtaceae in a eastern Brazilian wet forest. *Biotropica* 15:68-70.
- MURPHY, P. G. & A. E. LUGO. 1986. Ecology of tropical dry forests. *Annual Review of Ecology and Systematics* 17:67-88.
- NASCIMENTO, C. E. S. 1998. *Estudo florístico e fitossociológico de um remanescente de caatinga à margem do rio São Francisco, Petrolina-Pernambuco*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- NASCIMENTO, L. M. 2001. *Caracterização fisionômica-estrutural de um fragmento de Floresta Montana no Nordeste do Brasil*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- OPLER, P. A., G. W. FRANKIE, & H. G. BAKER. 1980. Comparative phenological studies of treelet and shrub species in tropical wet and dry forest in lowlands of Costa Rica. *Journal of Ecology* 68: 167-188.
- PRATT, T. K. & E. W. STILES. 1985. The influence of fruit size and structure on composition of frugivores assemblages in New Guinea. *Biotropica* 17: 314-321.
- REICH, P. B. & R. BORCHERT. 1984. Water stress and tree phenology in a tropical dry forest in lowlands of Costa Rica. *Journal of Ecology* 72: 61-74.

13. Modo de Dispersão de Espécies Lenhosas

- RODAL, M. J. N. 1984. *Fitoecologia de uma área do médio Vale do Moxotó, Pernambuco*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- RODAL, M. J. N. & A. L. MELO. 1999. Levantamento preliminar das espécies lenhosas da caatinga de Pernambuco. Pp 53-62 in: F. D. Araújo, H. D. V. Prendergast & S. J. Mayo (eds.) *Plantas do Nordeste- Anais do I Workshop Geral*. Royal Botanic Gardens, Kew.
- RODAL, M. J. N., L. M. NASCIMENTO & A. L. MELO. 1999. Composição florística de um trecho de vegetação arbustiva caducifólia no município de Ibirimir, PE, Brasil. *Acta Botânica Brasilica* 13:15-28.
- ROOSMALEN, M. G. M. van. 1985. *Fruits of the Guianan Flora*. Institute of Systematic Botany, Utrecht University, Utrecht.
- SAMPAIO, E. V. S. B. 1995. Overview of the Brazilian Caatinga. Pp 35-63 in: H. Bullock, H. A. Mooney & E. Medina (eds.) *Seasonally Dry Tropical Forests*. Cambridge University Press, Cambridge.
- SANTOS, M. F. A. V. 1987. *Características dos solos e da vegetação em sete áreas de Parnamirim, Pernambuco*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- SILVA, J. M. C. & M. TABARELLI. 2000. Tree species impoverishment and the future flora of the Atlantic forest of northeast Brazil. *Nature* 404:72-74.
- SIQUEIRA, D. R. 1997. *Estudo florístico e fitossociológico de um trecho da Mata do Zumbi, Suape. PE*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- SOKAL, R. R. & F. G. ROHLF. 1995. *Biometry*. W.H. Freeman and Company, New York.
- SOUZA, G. V. 1983. *Estrutura da vegetação da caatinga hipoxerófila do Estado de Sergipe*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

A. Vicente et al.

- STEVENSON, P. R., M. J. QUIÑONES & J. A. AHUMADA 1998. Annual variation in fruiting patterns using two different methods in lowland tropical forest, Tinigua Nacional Park, Colombia. *Biotropica* 30: 129-134.
- TABARELLI, M. & C. A. PERES; (2002). Abiotic and vertebrate seed dispersal in the Brazilian Atlantic forest: implications for forest regeneration. *Biological Conservation* 106: 165–176.
- TABARELLI, M., A. VICENTE, & D. C. A. BARBOSA; 2003. Variation of seed dispersal spectrum of woody plants across a rainfall gradient in northeastern Brazil. *Journal of Arid Environmental* 53: 197-210.
- TAVARES, M. C. G. 1998. *Fitossociologia do componente arbórea de um trecho de floresta serrana do Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho, Caruaru, Pernambuco*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- VELOSO, H. P., A. L. R. RANGEL-FILHO, & J. C. A. LIMA; 1991. *Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal*. IBGE, Rio de Janeiro.
- WEBSTER, G. L. 1994. Classification of the Euphorbiaceae. *Annals of Missouri Botanical Garden* 81:3-32.
- WHEELRIGHT, N. 1985. Fruit size, gape width, and diets of fruit-eating birds. *Ecology* 66: 808-818.

DISPERSÃO DE SEMENTES POR FORMIGAS NA CAATINGA

Inara R. Leal

Introdução

A interação entre formigas e plantas tem sido foco de cientistas há mais de dois séculos. Entretanto, somente nas últimas décadas foi despertado o interesse dos pesquisadores sobre interações destes organismos com diásporos. Estudos recentes têm demonstrado mecanismos especializados que fazem das formigas um dos mais importantes agentes dispersores de sementes (Handel & Beattie 1990). Estima-se que existam mais de 3.000 espécies de Angiospermas cujas sementes são dispersas por formigas, pertencentes a mais de 70 famílias e encontradas em diversos ecossistemas de todos os continentes, à exceção da Antártida (Beattie 1985).

A dispersão de sementes por formigas, ou mirmecocoria, envolve plantas que produzem um corpo gorduroso preso externamente à semente chamado elaiossomo (van der Pijl 1982). As formigas são atraídas pelo elaiossomo e utilizam-no como apoio mecânico no transporte das sementes até o ninho. Durante o transporte, entretanto, algumas sementes podem ser perdidas pelas formigas, germinando e se estabelecendo em novos locais (Beattie 1985, Horvitz 1981). As sementes que chegam aos ninhos têm seus elaiossomos comidos pelas formigas e são descartadas nas lixeiras,

normalmente intactas (Horvitz & Beattie 1980, O'Dowd & Hay 1980). Embora as formigas usualmente transportem as sementes por curtas distâncias quando comparadas com mamíferos e aves (Bond & Slingsby 1984), a mirmecocoria pode trazer uma série de benefícios às plantas, tais como: (1) diminuição da predação de sementes e da competição de plântulas embaixo da planta-mãe (Handel 1978, O'Dowd & Hay 1980), (2) escape das sementes ao fogo, mais relevante em ambientes constantemente atingidos por queimadas (Bond & Slingsby 1983), e (3) deposição das sementes em solos enriquecidos em nutrientes e favoráveis à germinação, como são os formigueiros (Culver & Beattie 1983, Rissing 1986).

A mirmecocoria é especialmente comum em regiões mésicas da América do Norte, e áridas da África e Austrália, onde foi descrita e inicialmente investigada (ver revisão em Hölldobler & Wilson 1990). Surpreendentemente, esse mecanismo de dispersão de sementes é pouco documentado para a América do Sul e a sua importância para a dinâmica das comunidades vegetais permanece ainda obscura neste continente. Entretanto, é cada vez mais evidente a relevância das formigas como dispersores secundários de sementes não-mirmecocóricas em florestas neotropicais (Levey & Byrne 1993, Kaspari 1993, 1996). As formigas alteram a deposição de sementes produzida pelos dispersores primários, influenciando o sucesso reprodutivo das plantas e a estrutura espacial das suas populações (Robert & Heithaus 1986). No Brasil, até formigas cortadeiras, normalmente consideradas pragas de plantas, têm sido observadas dispersando e/ou promovendo a germinação das sementes de várias espécies de plantas em Floresta Atlântica (Pizo & Oliveira 1998) e semidecídua (Oliveira *et al.* 1995, Passos & Ferreira 1996), bem como em Cerrado (Leal & Oliveira 1998, 2000). Entretanto, nenhum aspecto da mirmecocoria foi investigado em ambientes áridos da América do Sul, como a Caatinga do nordeste brasileiro.

O objetivo desse estudo foi descrever os processos de dispersão de sementes mediados por formigas. As seguintes questões foram investigadas:

- 1) Quais as espécies de formiga que mais frequentemente interagem com frutos e sementes na Caatinga?
- 2) Como é o comportamento das formigas junto aos diásporos?
- 3) Quais as espécies de plantas cujos diásporos são utilizados pelas formigas?
- 4) Qual é a porcentagem e a distância de remoção de sementes?
- 5) Onde as sementes são depositadas pelas formigas?

Além dessas questões descritivas, também foram testadas três hipóteses básicas a respeito das vantagens que formigas e plantas recebem com essa interação. São elas:

- 1) Sementes com elaiossomo são mais removidas pelas formigas que sementes sem essa estrutura.
- 2) Sementes em que o elaiossomo foi removido pelas formigas apresentam maiores taxas de germinação que sementes com essa estrutura.
- 3) Os ninhos das formigas são sítios de deposição mais favoráveis à germinação das sementes que locais aleatórios na Caatinga.

Material e métodos

Área de estudo

O estudo foi realizado em diferentes áreas de caatinga nos municípios de Olho D'água do Casado, Piranhas e Delmiro Gouveia no Estado de Alagoas e Canindé do São Francisco no

Estado de Sergipe. As áreas estudadas são próximas à Usina Hidroelétrica de Xingó, pertencente à Companhia Hidroelétrica do São Francisco (CHESF), e estão localizadas dentro de reservas da CHESF ou de propriedades particulares. Ver Capítulo 10 para mais detalhes sobre as áreas estudadas.

Interações entre formigas e diásporos

Foram demarcadas 70 parcelas de 0,1 ha onde o solo, abaixo de indivíduos frutificando, foi checado a procura de interações entre formigas e diásporos. Em cada interação observada foi registrada: (1) as espécies envolvidas, (2) o número de formigas presentes no momento do encontro, e (3) o comportamento das formigas em relação ao diásporo. Observações adicionais e complementares foram realizadas espalhando-se diásporos ao longo de transectos e/ou colocando-os próximos à entrada de ninhos de formigas. Em ambas as ocasiões os diásporos foram periodicamente checados e as interações observadas foram registradas como descrito acima.

Experimentos de remoção de sementes

Para identificar as espécies de formigas responsáveis pela remoção dos diásporos, bem como verificar as taxas e distâncias de remoção e os sítios de deposição das sementes, foram realizados experimentos de remoção em diferentes dias de maio a setembro de 2000. Para tal, foram montadas 10 estações de observação com 10 sementes com elaiossomo cada (totalizando 100 sementes) e espaçadas por 10 m (cf. Leal & Oliveira 1998). O experimento foi realizado para as seguintes espécies de Euphorbiaceae: *Cnidoscolus quercifolius*, *C. urens*, *Croton campestris*, *Jatropha gossypifolia*, *J. mollissima*, *J. ribifolia* e *Manihot* sp. As estações de observação foram montadas às 7:00 h e checadas às 8:00, 10:00, 12:00, 14:00, 16:00 e 18:00 h. Foram registrados as espécies de formigas atraídas

e os seus comportamentos em relação aos diásporos. Quando os diásporos foram removidos, foram registrados a distância de remoção e o local de deposição das sementes. A fim de verificar se a taxa de remoção de sementes das diferentes espécies de Euphorbiaceae é função do seu tamanho, foi feita uma análise de regressão linear entre essas duas variáveis (Zar 1996).

Para testar a hipótese de que os elaiossomos são as estruturas que atraem as formigas para as sementes e possibilitam a sua remoção, diásporos com e sem essa estrutura foram oferecidos às formigas. Sementes previamente coletadas de *Cnidoscolus quercifolius*, *C. urens*, *Croton campestris*, *Jatropha gossypifolia*, *J. mollissima*, *J. ribifolia* e *Manihot* sp. foram dispostas ao longo de transectos, em estações de observação espaçadas por 10 m (cf. Leal & Oliveira 1998), em fevereiro de 2000. Foram montadas 10 estações de observação com uma semente com elaiossomo e outra sem essa estrutura em cada estação, totalizando 200 sementes para cada espécie. Após cerca de 24 horas as estações de observação foram checadas e as sementes com e sem elaiossomo removidas foram contadas e comparadas através do teste de qui-quadrado (Zar 1996).

Testes de germinação das sementes

A fim de testar a hipótese de que sementes utilizadas pelas formigas apresentam maiores taxas de germinação que sementes não utilizadas, foi realizado o seguinte experimento: grupos de sementes sem elaiossomo (manipulados pelas formigas) e com elaiossomo (controle) foram colocados para germinar em placas de Petri sobre papel filtro. O experimento foi montado no dia 09/10/1999 e conduzido para as seguintes espécies: *Cnidoscolus quercifolius* (10 sementes tratamento e 10 controle), *C. urens* (18 sementes tratamento e 18 controle), *Croton campestris*

(25 sementes tratamento e 25 controle), *Jatropha mollissima* (10 sementes tratamento e 10 controle), *J. ribifolia* (15 sementes tratamento e 15 controle) e *Manihot* sp. (10 sementes tratamento e 10 controle). Os diásporos foram mantidos em temperatura ambiente (cerca de 27°C) e molhadas a cada dois dias por quatro meses. As sementes controle e tratamento germinadas (aquelas que apresentaram protrusão da radícula) foram contadas a cada dois dias e comparadas através do teste de qui-quadrado (Zar 1996).

A fim de confirmar os resultados obtidos em placas de Petri, sementes com e sem elaiossomo foram colocadas para germinar em areia lavada. Esse experimento foi montado no dia 20/06/2000 e conduzido para as mesmas espécies do experimento anterior, porém com as seguintes quantidades: *Cnidoscolus quercifolius* (35 sementes tratamento e 35 controle), *C. urens* (48 sementes tratamento e 48 controle), *Croton campestris* (45 sementes tratamento e 45 controle), *Jatropha mollissima* (35 sementes tratamento e 35 controle), *J. ribifolia* (48 sementes tratamento e 48 controle) e *Manihot* sp. (35 sementes tratamento e 35 controle). Os diásporos foram mantidos em temperatura ambiente (cerca de 27°C) e molhadas a cada dois dias por quatro meses. As sementes controle e tratamento germinadas (aquelas que apresentaram protrusão da radícula) foram contadas a cada dois dias e comparadas através do teste de qui-quadrado (Zar 1996).

Para verificar se os formigueiros são sítios favoráveis à germinação, sementes sem elaiossomo foram plantadas em solos retirados de ninhos de formigas e, como controle, de pontos aleatórios da caatinga. O experimento foi montado no dia 08/05/2001 e conduzido para as mesmas espécies dos experimentos anteriores, porém com os seguintes números: *Cnidoscolus quercifolius* (20 sementes em solo de formigueiro e 20 em solo da caatinga), *C. urens* (30 sementes em solo de formigueiro e 30 em

solo da caatinga), *Croton campestris* (40 sementes em solo de formigueiro e 40 em solo da caatinga), *Jatropha gossypifolia* (30 sementes em solo de formigueiro e 30 em solo da caatinga), *Jatropha mollissima* (20 sementes em solo de formigueiro e 20 em solo da caatinga), *J. ribifolia* (30 sementes em solo de formigueiro e 30 em solo da caatinga) e *Manihot* sp. (20 sementes em solo de formigueiro e 20 em solo da caatinga). Os diásporos foram mantidos em temperatura ambiente (cerca de 27°C) e molhadas a cada dois dias por quatro meses. As sementes controle e tratamento germinadas (aquelas que apresentaram protrusão da radícula) foram contadas depois deste período e comparadas através do teste de qui-quadrado (Zar 1996). Para *C. quercifolius* o diâmetro a altura do solo das plântulas que germinaram em solos de formigueiro e em solos controle foram comparados através do teste t (Zar 1996).

Resultados

Interações entre formigas e diásporos

Dezoito espécies de formigas foram observadas interagindo com os diásporos de 28 espécies de plantas da caatinga (Tabela 1). Dentre as famílias de plantas utilizadas pelas formigas destaca-se a Euphorbiaceae, com 11 espécies (Figuras 1 e 2). As sementes de Euphorbiaceae possuem elaiossomos, os quais são muito atrativos para as formigas e característicos da síndrome de dispersão associada a esses organismos, a mirmecocoria. Além das euforbiáceas, outras 10 famílias foram utilizadas pelas formigas, porém a parte atrativa dos diásporos foi a polpa dos frutos (Tabela 1). Destas, é ressaltada a importância das Cactaceae (5 espécies) e Anacardiaceae (3 espécies), também muito abundantes na caatinga, e cujas sementes de pequeno tamanho foram bastante transportadas pelas formigas.

Quanto às espécies de formigas envolvidas nas interações com os diásporos, a subfamília Myrmicinae foi a mais representativa, com mais de 50% (13 em 18) das espécies envolvidas e 71% (112 em 157) dos registros (Tabela 1). Formigas do gênero *Pheidole* apresentaram o maior número de espécies envolvidas nas interações (5), além de contribuírem com grande parte dos registros obtidos (56 registros - 35%, Tabela 1). Entretanto, todas as subfamílias registradas para a região de Xingó, com exceção de Pseudomyrmicinae, foram observadas interagindo com os diásporos.

Experimentos de remoção de sementes

A figura 3 mostra os resultados do primeiro experimento de remoção de sementes. Nesse experimento foram oferecidas às formigas sementes com e sem elaiossomo. Para todas as espécies testadas as formigas removeram significativamente mais sementes com elaiossomo que sem elaiossomo (teste de qui-quadrado, $gl = 1$, $p < 0,0001$, para todas as espécies).

No segundo experimento de remoção foram oferecidas somente sementes com elaiossomo. As formigas atraídas para os diásporos foram identificadas e seguidas para saber a distância de remoção e os sítios de deposição das sementes. No total 15 espécies de formigas, distribuídas em seis gêneros, foram atraídas para os

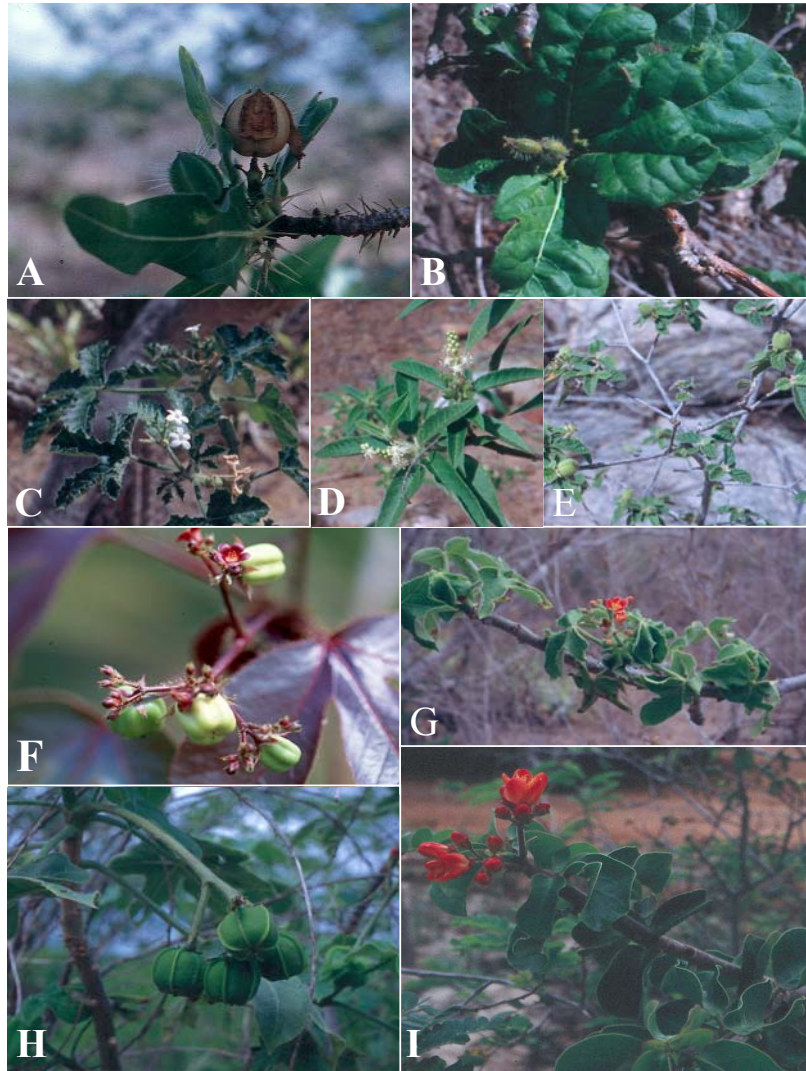


Figura 1. Espécies de Euphorbiaceae dispersas pelas formigas na caatinga da região de Xingó, estados de Alagoas e Sergipe, Brasil. (A) Fruto de *Cnidoscolus quercifolius*, (B) Frutos de *C. obtusifolius*, (C) *C. urens*, (D) Inflorescências de *Croton campestris*, (E) Frutos de *C. campestris*, (F) Frutos de *Jatropha gossypifolia*, (G) Flores de *J. mollissima*, (H) Frutos de *J. mollissima* e (I) Flores de *J. mutabilis*.



Figura 2. Formigas atraídas às sementes das Euphorbiaceae estudadas na catinga da região de Xingó, estados de Alagoas e Sergipe, Brasil. (A) *Atta sexdens* carregando semente de *Cnidoscolus quercifolius*, (B) *Pheidole* sp. removendo elaiossomo de *Jatropha mollissima*, (C) *Cyphomyrmex* sp. carregando semente de *Croton campestris*, (D) *Solenopsis* sp. removendo elaiossomo de *Jatropha mollissima*, (E) *Pheidole* sp. carregando semente de *Jatropha gossypifolia* e (F) *Pheidole* sp. entrando no ninho com semente de *J. gossypifolia*.

Tabela 1. Espécies de plantas cujos diásporos foram utilizados pelas formigas nas áreas de caatinga da região de Xingó, estados de Alagoas e Sergipe, Brasil.

Espécies de plantas	Espécies de formigas*																		
	D1	D2	Cc	C1	C2	Cr	P1	P2	P3	P4	P5	S1	S3	S5	T1	T2	E	O	
Anacardiaceae																			
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	X			X	X					X						X		X	
<i>Schinopsis brasiliensis</i>		X		X			X	X	X			X			X				
<i>Spondias tuberosa</i>		X		X			X	X	X		X	X		X					
Anonaceae																			
<i>Annona coriacea</i>										X						X	X	X	
Apocynaceae																			
<i>Hancornia speciosa</i>						X			X			X	X		X		X		
Boraginaceae																			
<i>Cordia globosa</i>	X					X													
<i>Cordia leucocephala</i>	X	X		X		X	X					X			X	X	X		
Cactaceae																			
<i>Cereus jamacaru</i>		X		X			X		X	X		X							
<i>Melocactus bahiensis</i>	X				X				X			X						X	
<i>Opuntia palmatoria</i>			X				X												
<i>Pilosocereus gounellei</i>		X						X	X		X							X	
<i>Pilosocereus piauhiensis</i>			X	X			X	X	X			X	X	X					
Euphorbiaceae																			
<i>Cnidoscolus obtusifolius</i>	X								X									X	X
<i>Cnidoscolus quercifolius</i>	X	X		X		X	X		X	X		X	X	X	X				

Espécies de plantas	Espécies de formigas*																	
	D1	D2	Cc	C1	C2	Cr	P1	P2	P3	P4	P5	S1	S3	S5	T1	T2	E	O
<i>Cnidocolus urens</i>	X	X			X				X		X		X		X		X	X
<i>Croton campestris</i>	X	X			X	X	X	X		X	X	X					X	X
<i>Croton micans</i>							X	X			X							
<i>Croton sonderianus</i>	X					X	X		X									
<i>Jatropha gossypifolia</i>		X	X				X	X					X	X	X			
<i>Jatropha mollissima</i>		X	X	X			X	X	X		X		X	X	X	X	X	X
<i>Jatropha mutabilis</i>		X			X		X			X						X		
<i>Jatropha ribifolia</i>								X	X	X				X	X			
<i>Manihot</i> sp. 1		X							X								X	
Liliaceae não identificada								X				X			X	X		
Malpighiaceae																		
<i>Byrsonima vacciniifolia</i>	X		X						X									X
Ramnaceae																		
<i>Zizyphus joazeiro</i>			X		X		X	X	X						X			
Sapotaceae																		
<i>Bumelia sartorum</i>		X		X	X		X			X								X
Total de plantas	10	13	6	9	7	7	15	12	16	8	6	10	6	6	10	6	11	6

* espécies de formigas: **Dolichoderinae**: D1 = *Dorymyrmex* sp. 1, D2 = *Dorymyrmex* sp. 2, **Formicinae**: *Camponotus* gr. *crassus* sp. 1, **Myrmicinae**: C1 = *Crematogaster* sp 1, C2 = *Crematogaster* sp 2, Cr = *Cyphomyrmex* gr. *rimosus*, P1 = *Pheidole* sp. 1, P2 = *Pheidole* sp. 2, P3 = *Pheidole* sp. 3, P4 = *Pheidole* sp. 4, P5 = *Pheidole* sp. 5, S1 = *Solenopsis* sp. 1, S3 = *Solenopsis* sp. 3, S5 = *Solenopsis* sp. 5, T1 = *Trachymyrmex* sp. 1, T2 = *Trachymyrmex* sp. 2, **Ponerinae**: E = *Ectatomma* sp., O = *Odontomachus* sp.

diásporos. Novamente os mirmicíneos tiveram importância destacada, sendo que somente o gênero *Pheidole* (5 espécies) removeu 26% (186 em 700) das sementes oferecidas (Tabelas 2 a 8). A maior parte dos diásporos foi levada para os ninhos das formigas, e as distâncias de remoção variaram de algumas dezenas de centímetros a mais de 11 metros (Tabelas 2 a 8). Operárias de *Solenopsis* spp. freqüentemente coletaram os elaiossomos sem a remoção da semente (Tabelas 2 a 8). Sementes menores atraíram mais espécies de formigas (Tabelas 2 a 8) e apresentaram maiores taxas de remoção (Figura 4) que sementes maiores.

Testes de germinação de sementes

Foram realizados dois tipos de testes de germinação de sementes das espécies de Euphorbiaceae estudadas: (1) em placas de Petri sobre papel filtro e (2) em bandejas plásticas com areia lavada. Nos dois casos, sementes sem elaiossomo germinaram em maiores taxas que sementes com elaiossomo (Figuras 5 e 6). No entanto, as diferenças nas taxas de germinação não foram significativas para todas as espécies testadas. No experimento em placas de Petri, sementes sem elaiossomo germinaram significativamente mais que sementes com elaiossomo em: *Cnidoscolus quercifolius* ($\chi^2 = 6,67$, $gl = 1$, $p < 0,05$), *C. urens* ($\chi^2 = 8$, $gl = 1$, $p < 0,05$), *Croton campestris* ($\chi^2 = 15,9$, $gl = 1$, $p < 0,005$), *Jatropha gossypifolia* ($\chi^2 = 12,86$, $gl = 1$, $p < 0,01$), e *J. mollissima* ($\chi^2 = 6,67$, $gl = 1$, $p < 0,05$). Para *Cnidoscolus quercifolius*, *Jatropha gossypifolia* e *J. mollissima* não houve germinação com elaiossomo e para *Manihot* sp. não houve germinação para ambos os tratamentos (Figura 5).

No experimento com areia lavada, somente para *Cnidoscolus quercifolius* ($\chi^2 = 10,32$, $gl = 1$, $p < 0,025$), *Jatropha gossypifolia* ($\chi^2 = 5,1$, $gl = 1$, $p < 0,05$) e *J. mollissima* ($\chi^2 = 7$, $gl = 1$, $p < 0,05$)

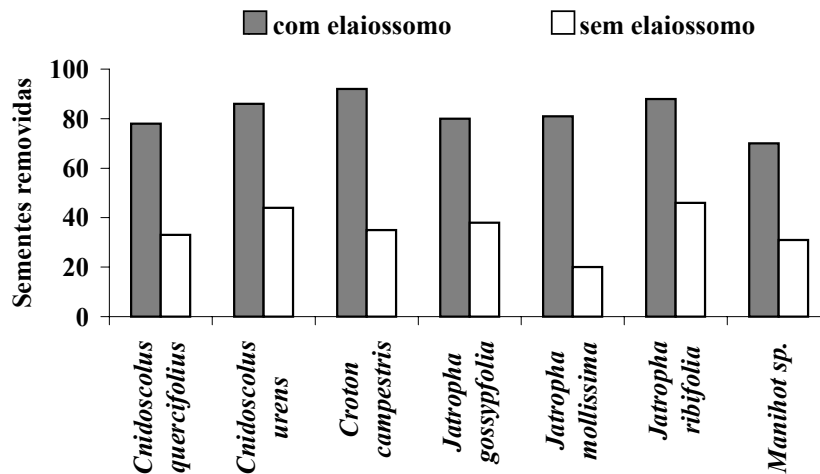


Figura 3. Taxas de remoção de sementes com e sem elaiossomo das espécies de Euphorbiaceae estudadas na Fazenda Miramar, Canindé do São Francisco, SE, Brasil. Para todas as espécies testadas o número de sementes removidas com elaiossomo foi significativamente maior que sem elaiossomo (teste de qui-quadrado, $gl = 1$, $p < 0,0001$ para todas as espécies).

as diferenças foram significativas. Para as demais espécies, ainda que mais sementes sem elaiossomo tenham germinado, as diferenças não foram significativas (Figura 6).

Um terceiro teste de germinação foi realizado com sementes das euforbiáceas estudadas. Sementes sem elaiossomo foram depositadas em solos coletados de formigueiros e de pontos aleatórios da caatinga. Para todas as espécies testadas houve maiores taxas de germinação em solos provenientes de formigueiros (Figura 7). No entanto, somente em *Cnidoscolus quercifolius* ($\chi^2 = 6,4$, $gl = 1$, $p < 0,05$), *C. urens* ($\chi^2 = 5,46$, $gl = 1$, $p < 0,05$), *J. mollissima* ($\chi^2 = 4,28$, $gl = 1$, $p < 0,05$) e *Manihot sp.* ($\chi^2 = 4,44$, $gl = 1$, $p < 0,05$) as diferenças foram significativas. Para

Tabela 2. Experimento remoção de sementes de *Cnidoscolus quercifolius* na Fazenda Miramar, Canindé do São Francisco, SE, Brasil.

Estação de observação	Espécies de Formigas	No. sementes limpas	No. sementes removidas	Distância (cm)	Local deposição
1	<i>Pheidole</i> sp. 2	6	2	880	ninho
2	<i>Trachymyrmex</i> sp. 2	0	10	475	ninho
3	<i>Trachymyrmex</i> sp. 2	0	8	835	ninho
4	<i>Solenopsis</i> sp. 5	3	3	546	folhiço
5	<i>Pheidole</i> sp. 3	0	5	488	ninho
6	<i>Crematogaster</i> sp. 1	2	0		
7	<i>Dorymyrmex</i> sp. 2	2	6	590	ninho
8	<i>Solenopsis</i> sp. 3	10	2	43	folhiço
9	<i>Solenopsis</i> sp. 3	10	3	81	ninho
10	<i>Pheidole</i> sp. 3	0	10	652	ninho
Total de sementes manipuladas		33	49		
Distância média (± DP) de remoção				510 (290,31)	

Tabela 3. Experimento remoção de sementes de *Cnidoscolus urens* na Fazenda Miramar, Canindé do São Francisco, SE, Brasil.

Estação de observação	Espécies de Formigas	No. sementes limpas	No. sementes removidas	Distância (cm)	Local deposição
1	<i>Pheidole</i> sp. 1	2	10	400	ninho
2	<i>Pheidole</i> sp. 2	4	8	693	ninho
2	<i>Dorymyrmex</i> sp. 1	0	2		?
3	<i>Pheidole</i> sp. 2	7	7	327	ninho
4	<i>Ectatomma</i> sp.	0	10	520	ninho
5	<i>Solenopsis</i> sp. 1	3	8	580	ninho
6	<i>Solenopsis</i> sp. 1	7	4	720	ninho
7	<i>Dorymyrmex</i> sp. 1	0	4	210	ninho
7	<i>Pheidole</i> sp. 1	3	6	482	folhiço
8	<i>Pheidole</i> sp. 3	4	8	230	ninho
9	<i>Ectatomma</i> sp.	0	7	300	ninho
10	<i>Trachymyrmex</i> sp. 1	2	10	900	ninho
Total de sementes manipuladas		32	84		
Distância média (± DP) de remoção				487,45 (220,90)	

Tabela 4. Experimento remoção de sementes de *Croton campestris* na Fazenda Miramar, Canindé do São Francisco, SE, Brasil.

Estação de observação	Espécies de Formigas	No. sementes limpas	No. sementes removidas	Distância (cm)	Local deposição
1	<i>Dorymyrmex</i> sp. 2	0	10	280	ninho
2	<i>Pheidole</i> sp. 1	0	10	520	ninho
3	<i>Dorymyrmex</i> sp. 2	0	6	430	ninho
3	<i>Solenopsis</i> sp. 1	3	6	680	ninho
4	<i>Solenopsis</i> sp. 1	2	8	330	ninho
5	<i>Solenopsis</i> sp. 1	0	9	715	ninho
6	<i>Ectatomma</i> sp.	0	2	38	folhiço
6	<i>Pheidole</i> sp. 3	0	8	330	ninho
7	<i>Pheidole</i> sp. 3	0	10	280	ninho
8	<i>Pheidole</i> sp. 5	0	6	490-170	ninho/folhiço
8	<i>Pheidole</i> sp. 4	2	0		
9	<i>Solenopsis</i> sp. 3	0	0		
10	<i>Trachymyrmex</i> sp. 2	0	6	1130	ninho
10	<i>Pheidole</i> sp. 5	0	3	46	folhiço
Total de sementes manipuladas		7	84		
Distância média (± DP) de remoção				434,45 (317,45)	

Tabela 5. Experimento remoção de sementes de *Jatropha gossypifolia* na Fazenda Miramar, Canindé do São Francisco, SE, Brasil.

Estação de observação	Espécies de Formigas	No. sementes limpas	No. sementes removidas	Distância (cm)	Local deposição
1	<i>Pheidole</i> sp. 1	0	10	350	ninho
1	<i>Solenopsis</i> sp. 1	5	0		
2	<i>Solenopsis</i> sp. 1	3	0		
3	<i>Pheidole</i> sp. 1	0	7	830	ninho/folhiço
4	<i>Pheidole</i> sp. 1	3	9	655	ninho
5	<i>Trachymyrmex</i> sp. 1	0	9	968	folhiço
6	<i>Trachymyrmex</i> sp. 1	2	10	320	ninho
7	<i>Trachymyrmex</i> sp. 1	0	6	1189	ninho
7	<i>Pheidole</i> sp. 2	0	8	490	ninho/folhiço
8	<i>Ectatomma</i> sp.	2	6	500	ninho/folhiço
9	<i>Solenopsis</i> sp. 3	10	3	81	ninho
10	<i>Ectatomma</i> sp.	0	8	233	ninho
Total de sementes manipuladas		10	76		
Distância média (± DP) de remoção				561,60 (348,10)	

Tabela 6. Experimento remoção de sementes de *Jatropha mollissima* na Fazenda Miramar, Canindé do São Francisco, SE, Brasil.

Estação de observação	Espécies de Formigas	No. sementes limpas	No. sementes removidas	Distância (cm)	Local deposição
1	<i>Pheidole</i> sp. 1	2	2	470	ninho
1	<i>Pheidole</i> sp. 3	4	5	620	ninho
2	<i>Solenopsis</i> sp. 1	9	0		
3	<i>Solenopsis</i> sp. 1	6	0		
5	<i>Doryrmyrmex</i> sp. 2	0	10	383	ninho
6	<i>Solenopsis</i> sp. 3	3	10	330	ninho
6	<i>Solenopsis</i> sp. 1	5	0		
7	<i>Ectatomma</i> sp.	0	5	500	ninho
8	<i>Pheidole</i> sp. 3	3	9	405	ninho
8	<i>Crematogaster</i> sp. 1	1	4	20	folhiço
10	<i>Ectatomma</i> sp.	0	7	722	ninho
10	<i>Pheidole</i> sp. 1	2	0		
Total de sementes manipuladas		35	52		
Distância média (± DP) de remoção				431,25 (210, 03)	

Tabela 7. Experimento remoção de sementes de *Jatropha ribifolia* na Fazenda Miramar, Canindé do São Francisco, SE, Brasil.

Estação de observação	Espécies de Formigas	No. sementes limpas	No. sementes removidas	Distância (cm)	Local deposição
1	<i>Solenopsis</i> sp. 1	5	10	635	
2	<i>Solenopsis</i> sp. 1	3	8	849	
3	<i>Pheidole</i> sp. 1	3	3	482	ninho
3	<i>Ectatomma</i> sp.	0	5	500	ninho
4	<i>Pheidole</i> sp. 3	3	9	405	ninho
5	<i>Crematogaster</i> sp. 2	5	9	617	folhiço
6	<i>Trachymyrmex</i> sp. 1	2	10	1092	ninho
7	<i>Trachymyrmex</i> sp. 1	0	6	798	ninho
7	<i>Dorymyrmex</i> sp. 2	2	4	590	ninho
8	<i>Solenopsis</i> sp. 3	10	2	43	folhiço
9	<i>Solenopsis</i> sp. 3	10	3	81	ninho
10	<i>Pheidole</i> sp. 3	0	10	652	ninho
Total de sementes manipuladas		43	79		
Distância média (± DP) de remoção				562 (297,23)	

Tabela 8. Experimento remoção de sementes de *Manihot* sp. na Fazenda Miramar, Canindé do São Francisco, SE, Brasil.

Estação de observação	Espécies de Formigas	No. sementes limpas	No. sementes removidas	Distância (cm)	Local deposição
1	<i>Ectatomma</i> sp.	0	5	660	ninho
2	<i>Pheidole</i> sp. 3	3	3	256	ninho
3	<i>Pheidole</i> sp. 3	0	10	280	ninho
4	<i>Solenopsis</i> sp. 1	3	0		
6	<i>Ectatomma</i> sp.	0	7	550	ninho
6	<i>Solenopsis</i> sp. 1	1	0		
8	<i>Pheidole</i> sp. 5	0	6		
8	<i>Pheidole</i> sp. 4	2	0		
9	<i>Solenopsis</i> sp. 1	4	0		
10	<i>Trachymyrmex</i> sp. 1	2	7	864	ninho
Total de sementes manipuladas		15	38		
Distância média (± DP) de remoção				522 (257,93)	

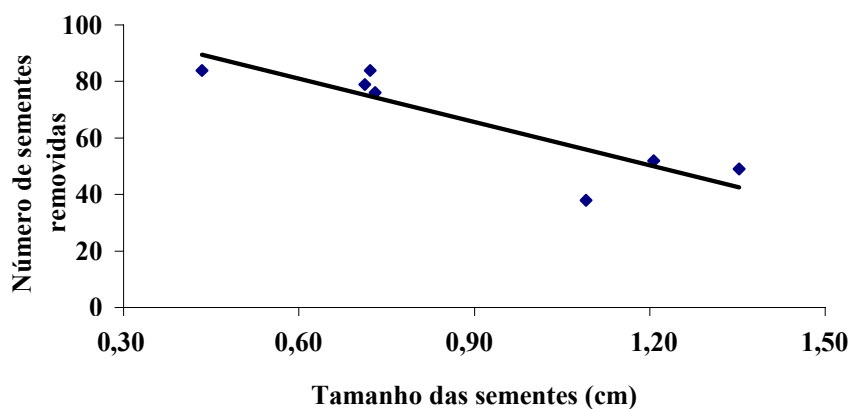


Figura 4. Número de sementes removidas pelas formigas das espécies de Euphorbiaceae estudadas como função do seu tamanho ($n = 7$, $r^2 = 0,77$, $p < 0,05$).

Cnidoscolus quercifolius, além da maior taxa de germinação de sementes, o diâmetro do caule das plântulas também foi significativamente maior em solos dos formigueiros ($t = 2,57$, $gl = 5$, $p < 0,004$, Figura 8).

Discussão

Este é o primeiro estudo a investigar os padrões de dispersão de sementes mediados por formigas na Caatinga. Os resultados indicam que as formigas são importantes agentes dispersores para diversas espécies de plantas neste ecossistema. Elas podem atuar

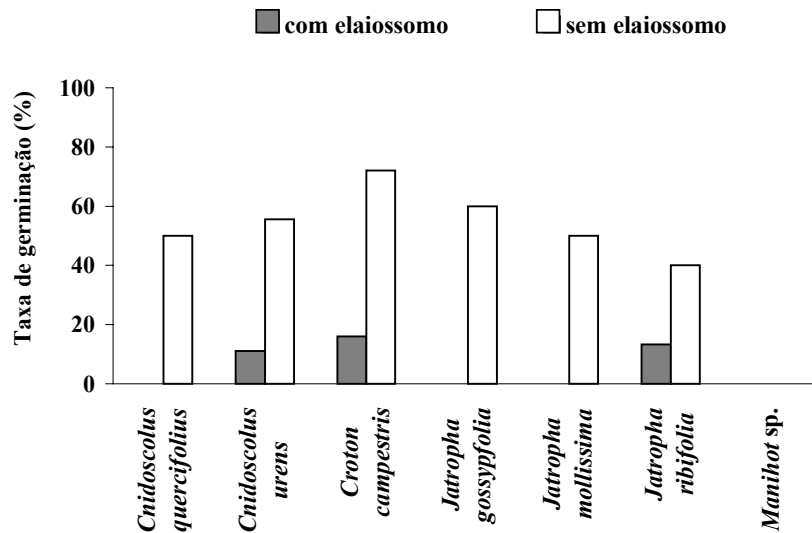


Figura 5. Taxas de germinação de sementes das espécies de Euphorbiaceae estudadas. As sementes foram mantidas em placas de Petri sobre papel filtro em temperatura ambiente (cerca de 27°C) e molhadas a cada dois dias por quatro meses. As diferenças entre as taxas de germinação de sementes com e sem elaiossomo foram as seguintes: *Cnidoscolus quercifolius* ($\chi^2 = 6,67$, $gl = 1$, $p < 0,05$), *C. urens* ($\chi^2 = 8$, $gl = 1$, $p < 0,05$), *Croton campestris* ($\chi^2 = 15,9$, $gl = 1$, $p < 0,005$), *Jatropha gossypifolia* ($\chi^2 = 12,86$, $gl = 1$, $p < 0,01$), *J. mollissima* ($\chi^2 = 6,67$, $gl = 1$, $p < 0,05$), *J. ribifolia* ($\chi^2 = 2,72$, $gl = 1$, n.s.) e *Manihot sp.* (sem germinação em ambos tratamentos).

como dispersores secundários de espécies de plantas não-mirmecóricas, como foi observado para algumas espécies de cactáceas, anacardiáceas e outras famílias. As formigas são atraídas aos diásporos caídos no solo e retiram a polpa dos frutos, deixando as sementes completamente limpas. Este comportamento pode diminuir o ataque de fungos às sementes, aumentando, assim, as taxas de germinação (Oliveira *et al.* 1995, Leal & Oliveira 1998).

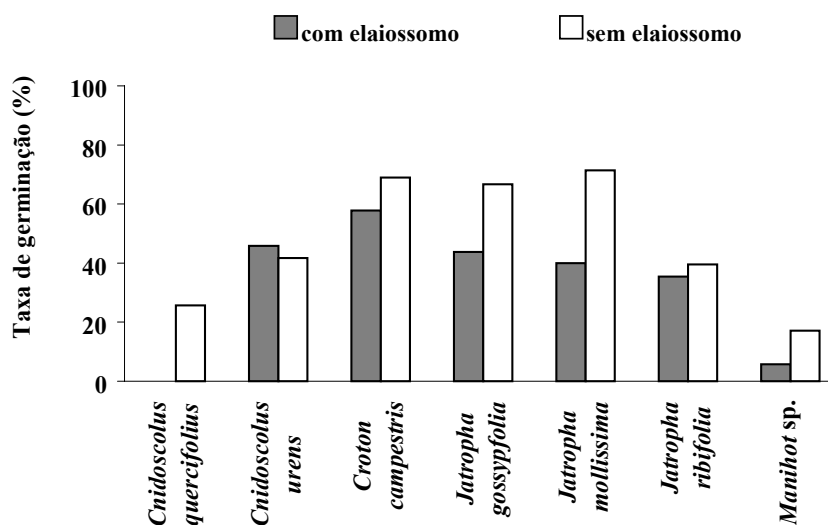


Figura 6. Taxas de germinação de sementes das espécies de Euphorbiaceae estudadas. As sementes foram mantidas em bandejas com areia lavada, em temperatura ambiente (cerca de 27°C) e molhadas a cada dois dias por quatro meses. As diferenças entre as taxas de germinação de sementes com e sem elaiossomo foram as seguintes: *Cnidoscolus quercifolius* ($\chi^2 = 10,32$, $gl = 1$, $p < 0,025$), *C. urens* ($\chi^2 = 0,18$, $gl = 1$, n.s.), *Croton campestris* ($\chi^2 = 1,2$, $gl = 1$, n.s.), *Jatropha gossypifolia* ($\chi^2 = 5,1$, $gl = 1$, $P < 0,05$), *J. mollissima* ($\chi^2 = 7$, $gl = 1$, $p < 0,05$), *J. ribifolia* ($\chi^2 = 0,18$, $gl = 1$, n.s.) e *Manihot sp.* ($\chi^2 = 2,26$, $gl = 1$, n.s.).

Além disso, nos casos em que a polpa do fruto está firmemente presa à semente, as formigas transportam os diásporos para os seus ninhos, diminuindo a competição intra-específica das plântulas (Westoby *et al.* 1982) e a predação das sementes (Horvitz 1981, Howe & Smallwood 1982) embaixo da planta-mãe, além de depositar as sementes em locais ricos em nutrientes e favoráveis à germinação (Rissing 1986).

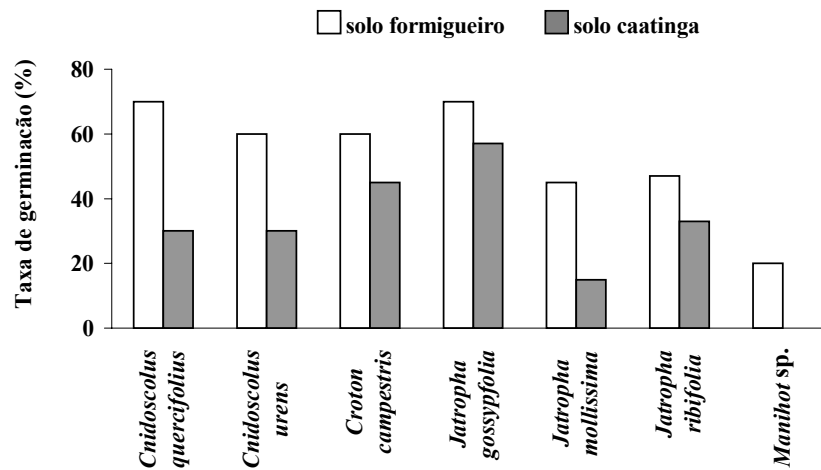


Figura 7. Taxas de germinação de sementes sem elaiossomo das espécies de Euphorbiaceae estudadas em solos retirados dos formigueiros e de pontos aleatórios da caatinga. As sementes foram mantidas em temperatura ambiente (cerca de 27°C) e molhadas a cada dois dias por quatro meses. As diferenças entre as taxas de germinação nos dois tipos de solos foram as seguintes: *Cnidoscolus quercifolius* ($\chi^2 = 6,4$, $gl = 1$, $p < 0,05$), *C. urens* ($\chi^2 = 5,46$, $gl = 1$, $p < 0,05$), *Croton campestris* ($\chi^2 = 1,8$, $gl = 1$, n.s.), *Jatropha gossypifolia* ($\chi^2 = 1,14$, $gl = 1$, n.s.), *J. mollissima* ($\chi^2 = 4,28$, $gl = 1$, $p < 0,05$), *J. ribifolia* ($\chi^2 = 1,02$, $gl = 1$, n.s.) e *Manihot sp.* ($\chi^2 = 4,44$, $gl = 1$, $p < 0,05$).

Entretanto, a característica mais relevante apontada neste estudo foi o grande número de espécies de plantas da Caatinga que dependem exclusivamente das formigas para dispersar seus diásporos, as verdadeiras mirmecócoras. Plantas mirmecocóricas possuem em suas sementes estruturas especializadas para a atração das formigas, os elaiossomos (van der Pijl 1982). Tais estruturas, em geral ricas em lipídeos (Horvitz 1981), ao mesmo tempo que servem de alimento para as formigas e de matéria-prima para a produção de alguns tipos de feromônios, são usados por elas como apoio mecânico no transporte das sementes para os seus ninhos (Beattie 1985). Nos ninhos os elaiossomos são comidos e as

sementes, normalmente intactas, são depositadas nas lixeiras dos formigueiros. As vantagens obtidas pelas sementes dispersas pelas formigas são as mesmas para as plantas não-mirmecocóricas citadas acima.

A mirmecocoria é um importante método de dispersão, com mais de 20% das espécies de plantas utilizando-se dele, principalmente de duas guildas: (1) plantas herbáceas de florestas temperadas do hemisfério norte (Beattie & Culver 1981) e (2) vegetação esclerofítica de solos pobres em nutrientes da Austrália (Rice & Westoby 1981) e África (Milewski & Bond 1982). A principal diferença entre estas duas guildas é a maneira na qual as

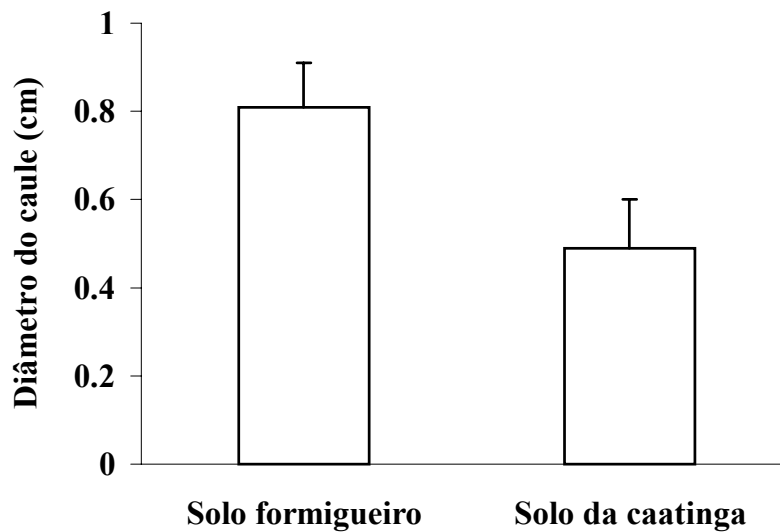


Figura 8. Diâmetro do caule (média + desvio-padrão) de plântulas de *Cnidoscolus quercifolius* crescidas em solos retirados de formigueiro e de pontos aleatórios da caatinga. A diferença entre as médias é significativa ($t = 2,57$, $gl = 5$, $p < 0,004$).

sementes estão arranjadas no solo antes da dispersão pelas formigas. No hemisfério norte as plantas normalmente possuem caules prostrados e as sementes são depositadas agrupadamente abaixo da planta-mãe (*e.g.*, Handel 1978). Por outro lado, as sementes da maioria das plantas da África e Austrália são dispersas primeiro balisticamente, resultando em uma distribuição mais espaçada (Berg 1975). Na Caatinga, como a maioria das plantas mirmecocóricas descritas pertencem à família Euphorbiaceae, onde a diplocoria é muito difundida (Webster 1994), o padrão assemelha-se àquele descrito para as espécies da África e Austrália. As sementes são dispersas primeiro balisticamente, através de uma capsula explosiva e, posteriormente, pelas formigas.

Os experimentos de remoção de sementes das espécies de Euphorbiaceae corroboram estudos prévios que mostram um efeito positivo da atividade das formigas sobre a biologia das sementes (*e.g.*, Kaspari 1993, 1996, Leal & Oliveira 1998, Pizo & Oliveira 1998). Atuando como dispersores secundários, as formigas podem modificar marcadamente a distribuição de sementes, afetando não somente o sucesso reprodutivo, como também a estrutura espacial das populações (Roberts & Heithaus 1986, Byrne & Levey 1993, Kaspari 1993, 1996).

No experimento em que foram oferecidas sementes com e sem elaiossomo, os resultados obtidos confirmam a hipótese de que os elaiossomos são as estruturas atrativas nesses tipos de diásporos. Para as sementes em que os elaiossomos foram previamente retirados, as taxas de remoção foram significativamente reduzidas em relação àquelas que possuíam essas estruturas.

Já através do segundo experimento de remoção foi confirmada a hipótese de que as sementes são levadas para os ninhos das formigas. Quinze espécies de formigas rapidamente foram atraídas para as estações de observação, removendo as

sementes por mais de 11 metros e depositando-as normalmente junto às lixeiras dos ninhos. Algumas espécies de *Solenopsis* retiraram o elaiossomo das sementes sem removerem-nas. Para plantas não-mirmecocóricas, a remoção da polpa do fruto ou do arilo das sementes aumenta as taxas de germinação por diminuir o ataque de fungos patogênicos (Oliveira *et al.* 1995, Leal & Oliveira 1998). Entretanto, esta hipótese ainda não havia sido testada para plantas mirmecocóricas.

Para testar tal predição, sementes com e sem elaiossomo foram colocadas para germinar em diferentes condições. Os resultados desses testes de germinação indicam, de fato, que sementes não manipuladas pelas formigas têm suas taxas de germinação reduzidas. Isso acontece porque os elaiossomos, que são ricos em lipídeos, também sofrem ataque de fungos patogênicos, reduzindo a viabilidade das sementes (D. C. A. Barbosa, comunicação pessoal). Além disso, com a remoção do elaiossomo a micrópila das sementes fica livre, permitindo a absorção de água necessária à germinação (D. C. A. Barbosa, comunicação pessoal). Esse padrão, como citado anteriormente, já foi verificado para plantas não mirmecocóricas (*e.g.*, Leal & Oliveira 1998), mas é a primeira vez que se constata para mirmecócoras verdadeiras.

Quanto aos testes de germinação de sementes em solos de formigueiros e de pontos aleatórios da caatinga, os resultados aqui obtidos confirmam outros estudos (*e.g.*, Culver & Beattie 1983, Rissing 1986), os quais mostram que os formigueiros são sítios favoráveis à germinação de sementes. Essa é a principal vantagem da mirmecocoria uma vez que é a única característica proporcionada exclusivamente pelas formigas. Outros agentes dispersores, como aves e mamíferos, também diminuem a competição de sementes e plântulas embaixo da planta-mãe. Alguns roedores também enterram as sementes e estas escapam ao

fogo. No entanto, somente as formigas depositam as sementes em sítios favoráveis à germinação. Os solos dos formigueiros, além de mais ricos em matéria orgânica que solos adjacentes, também apresentam propriedades físicas que favorecem a germinação, como maior permeabilidade, aeração, profundidade e granulometria (Culver & Beattie 1983, Rissing 1986).

Os resultados obtidos nesse estudo indicam que a relação entre formigas e plantas mirmecóricas não é tão frouxa como se pensava (ver revisão em Beattie 1985). O elaiossomo provavelmente evoluiu para atrair as formigas, servindo como recompensa pelo trabalho desses organismos como dispersores de sementes. Entretanto, se a não retirada desta estrutura implica em diminuição da taxa de germinação das sementes, elas devem ser retiradas na maioria das vezes, se não a mirmecocoria não teria evoluído. Este trabalho ainda será continuado, mas espero que estes dados já sirvam de base para outros estudos sobre interações entre formigas e diásporos e dêem mais luz a este campo tão amplo de estudos que são as interações entre formigas e plantas.

Agradecimentos

Ao Programa Xingó (CHESF/CNPq) pelo apoio logístico durante o trabalho de campo, aos colegas do Herbário Xingó, Adalberto Magalhães, Denise Moura, Linete Cordeiro, Paulo Belchior e Roselita Silva, pela ajuda no trabalho de campo e identificação das plantas utilizadas pelas formigas e ao CNPq pela bolsa de DCR (processo 300582/98-6).

Referências Bibliográficas

- BEATTIE, A. J. 1985. *The evolutionary ecology of ant-plant mutualisms*. Cambridge University Press, Cambridge.
- BEATTIE, A. J. & D. C. CULVER. 1981. The guild of myrmecochores in the herbaceous flora of West Virginia forests. *Ecology* 62: 107-115.
- BERG, R. Y. 1975. Myrmecochores plant in Australia and their dispersal by ants. *Australian Journal of Botany* 23: 475-508.
- BOND, W. & P. SLINGSBY. 1983. Seed dispersal by ants in Cape shrublands and its evolutionary implications. *South African Journal of Science* 79: 231-233.
- BOND, W. & P. SLINGSBY. 1984. Collapse of ant-plant mutualism: the Argentine ant (*Iridomyrmex humilis*) and myrmecochorous Proteaceae. *Ecology* 65: 1031-1037.
- BYRNE, M. M. & D. J. LEVEY. 1993. Removal of seeds from frugivore defecations by ants in a Costa Rican forest. *Vegetatio* 107/108: 363-374.
- CULVER, D. C. & A. J. BEATTIE. 1983. The nest chemistry of two seed dispersing ant species. *Oecologia* 56: 99-103.
- HANDEL, S. N. 1978. The competitive relationship of three woodland sedges and its bearing on the evolution of ant-dispersal of *Carex pedunculata*. *Evolution* 32: 151-163.
- HANDEL, S. N. & A. J. BEATTIE. 1990. Seed dispersal by ants. *Scientific American* 263: 76-83.
- HÖLDOBLER, B. & E. O. WILSON. 1990. *The ants*. Harvard University Press, Cambridge.
- HORVITZ, C. C. 1981. Analysis of how ant behavior affect germination in a tropical myrmecochore *Calathea microcephala* (P. & E.) Koernicke (Maranthaceae): microsite selection and aril removal by neotropical ants,

- Odontomachus*, *Pachycondyla*, and *Solenopsis* (Formicidae). *Oecologia* 51: 47-52.
- HORVITZ, C. C. & A. J. BEATTIE 1980. Ant dispersal of *Calathea* (Maranthaceae) seeds by carnivorous ponerines (Formicidae) in a tropical rain forest. *American Journal of Botany* 67: 321-326.
- HOWE, H. F. & J. SMALLWOOD. 1982. Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics* 13: 201-228.
- KASPARI, M. 1993. Removal of seeds from neotropical frugivore droppings: ants responses to seed number. *Oecologia* 95: 81-88.
- KASPARY, M. 1996. Worker size and seed size selection by harvester ants in a Neotropical forest. *Oecologia* 105:397-404
- LEVEY, D. J. & M. M. BYRNE. 1993. Complex ant-plant interactions: rain forest ants as secondary dispersers and post-dispersal seed predators of rain forest plants. *Ecology* 74:1802-1812
- LEAL, I. R. & P. S. OLIVEIRA. 1998. Interactions between fungus-growing ants (Attini), fruits and seeds in cerrado vegetation in Southeast Brazil. *Biotropica* 30: 170-178.
- LEAL, I. R. & P. S. OLIVEIRA. 2000. Foraging ecology of attine ants in a Neotropical savanna: seasonal use of fungal substrate in the cerrado vegetation of Brazil. *Insectes Sociaux* 47: 376-382.
- MILEWSKI, A. V. & W. J. BOND. 1982. Convergence of myrmecochory in mediterranean Australia and South Africa. Pp: 89-98 in: R. C. Buckley (ed.) *Ant-plant interactions in Australia*. Dr. W. Junk Publishers, The Hague.
- OLIVEIRA, P. S., M. GALETTI, F. PEDRONI & L. P. C. MORELLATO. 1995. Seed cleaning by *Mycocepurus goeldii* ants (Attini) facilitates germination in *Hymenaea courbaril* (Caesalpiniaceae). *Biotropica* 27: 518-522.
- O'DOWD, D. J. & M. E. HAY. 1980. Mutualism between harvester ants and a desert ephemeral: seeds escape from rodents. *Ecology* 61: 531-540.

I. R. Leal

- PASSOS, L. & S. O. FERREIRA. 1996. Ant dispersal of *Croton priscus* (Euphorbiaceae) seeds in a tropical semideciduous forest in Southeastern Brazil. *Biotropica* 28: 697-700.
- PIZO, M. A. & P. S. OLIVEIRA. 1998. Interaction between ants and seeds of a nonmyrmecochorous neotropical tree, *Cabralea canjerana* (Meliaceae), in the Atlantic forest of Southeast Brazil. *American Journal of Botany* 85: 669-674.
- RICE, B. & M. WESTOBY. 1981. Myrmecochory in sclerophyll vegetation of the West Head, N.S.W. *Australian Journal of Ecology* 6: 291-298.
- RISSING, S. W. 1986. Indirect effects of granivory by harvester ants: plant species composition and reproductive increase near ant nest. *Oecologia* 68: 231-234.
- ROBERTS, J. T. & E. R. HEITHAUS. 1986. Ants rearrange the vertebrate-generated seed shadow of a neotropical fig tree. *Ecology* 67: 1046-1051.
- VAN DER PIJL, L. 1982. *Principles of dispersal in higher plants*. Springer-Verlag, Berlin.
- WEBSTER, G. L. 1994. Classifications of the Euphorbiaceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 81: 3-32.
- WESTOBY, M., B. RICE, J. M. SHELLEY, D. HAIG & J. L. KOHEN. 1982. Plant's use of ants for dispersal at West Head, N.S.W. Pp: 75-87 in: R. C. Buckley (ed.) *Ant-plant interactions in Australia*. Dr. W. Junk Publishers, The Hague.
- ZAR, J. H. 1996. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, Inc., New Jersey.

ESTRATÉGIAS DE GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO DE ESPÉCIES LENHOSAS DA CAATINGA COM GERMINAÇÃO RÁPIDA

Dilosa Carvalho de Alencar Barbosa

Introdução

Nesta revisão serão tratadas as estratégias da germinação e do crescimento de espécies lenhosas da Caatinga, que não apresentam impedimento à germinação, assim discriminadas: *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan, *Parapiptadenia zehntneri* (Harms) M. P. Lima & H. C. Lima (Leguminosae, Mimosoideae); *Amburana cearensis* (Allemão) A. C. Smith (Leguminosae, Papilionoideae); *Myracrodruon urundeuva* Allemão, *Schinopsis brasiliensis* Engl. (Anacardiaceae); *Tabebuia impetiginosa* (Mart. ex DC.) Benth., *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. f. ex. S. Moore (Bignoniaceae); *Aspidosperma pyriforme* Mart. (Apocynaceae) e *Cavanillesia arborea* K. Schum (Bombacaceae).

As informações, obtidas em sua maioria de trabalhos experimentais em laboratório e casa de vegetação, versam, em geral, germinação, armazenamento, viabilidade e crescimento de plantas jovens (muda), sendo raros os resultados em condições de campo. As referências consultadas consistem em dissertações de mestrado, teses de doutorado e resumos apresentados em congressos, sendo raras as de livros ou de publicações em

periódicos. Destacam-se as seguintes: Tigre (1968), Duarte (1978), Barbosa (1980), Souza *et al.* (1980a, b), Souza & Lima (1982), Prazeres (1982), Feliciano (1989), Lima (1994), Cartaxo *et al.* (2001), Miranda *et al.* (2001), Cabral (2002) e Moraes (2002), devendo ressaltar que 50% das dissertações foram sob minha orientação.

O objetivo desta revisão é reunir dados sobre a biologia da reprodução e do crescimento dessas espécies de germinação rápida no ecossistema Caatinga, visando facilitar o esclarecimento dos aspectos comentados, muitos até então desconhecidos, de maneira que possam servir de subsídios para o estudo da dinâmica de suas populações e das comunidades vegetais deste ecossistema.

Métodos

Segue abaixo as espécies analisadas com as suas respectivas sinonímias:

Anadenanthera colubrina (Vell.) Brenan

Piptadenia macrocarpa (Benth.)

Anadenanthera macrocarpa (Benth.) Brenan

Parapiptadenia zehntneri (Harms) M. P. Lima & H. C. Lima

Piptadenia zehntneri Harms.

Amburana cearensis (Allemão) A C. Smith

Torresia cearensis Allemão

Myracrodroun urundeuva Allemão

Astronium urundeuva (Allemão) Engler.

Tabebuia aurea (Manso) Benth & Hook f. ex. S. Moore

Tabebuia caraiba (Mart.)Bureau.

Os métodos para a germinação das sementes foram citados nos trabalhos de Tigre (1968), Duarte (1978), Barbosa (1980), Souza *et al.* (1980a), Prazeres (1982), Souza & Lima (1982), Feliciano (1989), Oliveira (1993), Lima (1994), Souto (1996), Cartaxo *et al.* (2001), Cabral (2002) e Moraes (2002).

O armazenamento foi conduzido nas seguintes câmaras: fria a 4°C (Duarte 1978); 25°C e 56% U.R. (Barbosa 1980); fria a 8°C e 50% U.R. (Souza *et al.* 1980 b); fria e seca, 15°C e 50% U.R. (Oliveira 1993, Moraes 2002, Cabral 2002). Prazeres (1982) utilizou apenas o armazenamento em condições naturais de laboratório, 27°C e 50% U.R.

O crescimento e estabelecimento das plantas jovens seguiram os métodos de Barbosa (1980), Feliciano (1989), Oliveira (1993), Lima (1994), Souto (1996), Miranda *et al.* (2001), Cabral (2002) e Moraes (2002).

Resultados e discussão

Aspectos das sementes, frutos e síndromes de dispersão

As espécies estudadas são dispersadas em grande quantidade nas formas de sementes e frutos, sendo a anemocoria o modo de dispersão dominante, característica das florestas tropicais secas (Frankie *et al.* 1974, Bullock 1995).

As espécies de *Parapiptadenia zehntneri*, *Amburana cearensis*, *Tabebuia impetiginosa*, *Tabebuia aurea* e *Apidosperma pyriforme* apresentam sementes dotadas de ala. *Cavanillesia arborea* possui pêlos. *Schinopsis brasiliensis* e *Myracrodruon urundeuva* têm frutos do tipo sâmara com ala e drupa arredondada, respectivamente, esse último com cálice persistente para auxiliar na dispersão. *Anadenanthera colubrina* foi a única espécie com

dispersão autocórica (barocoria). Segundo Souto (1996), a semente dessa espécie possui testa delicada, com uma linha fissural denominada pleurograma. Essa área denota ser frágil, parecendo que ali ocorre o rompimento do tegumento, para facilitar a absorção rápida da água durante o breve período chuvoso e consequente germinação (Melo-Pinna *et al.* 1999) O pleurograma está presente nas sementes dos gêneros de Mimosoideae de 65 a 75% e de 9 a 14% nas de Caesalpinioideae (Gunn 1981). Conforme Lima (1985) essa estrutura pode funcionar como uma válvula higroscópica, adquirindo menor ou maior extensão nas sementes cuja testa é de menor ou maior consistência e ausentes em geral, nas sementes com ala.

Barbosa (1980) realizou um levantamento sobre o tamanho das sementes de espécies lenhosas da Caatinga, de acordo o maior diâmetro, agrupando-as em quatro classes assim discriminadas: pequena de 0-0,6 cm, média de 0,6-1,5 cm e grande acima de 1,5 cm.

As espécies aqui estudadas, apresentaram sementes de tamanho médio, variando de 1,20 a 1,46 x 1,00 a 1,30 cm. *Amburana cearensis* foi a única com tamanho grande medindo em geral de 2,6 x 1,2cm. Griz (1996) e Griz & Machado (2001) classificaram 42 espécies da Caatinga de diferentes formas de vida, baseada no peso das unidades de dispersão, e incluíram cerca de 43% das espécies na classe de sementes pequenas, com o peso < 10.000 mg. Sementes pequenas são mais eficientes na captura de água do que sementes grandes, devido à maior razão superfície/volume (Harper *et al.* 1970). Esse comportamento é vantajoso para as espécies da Caatinga, uma vez que a disponibilidade de água é restrita apenas à estação chuvosa, que varia de três a quatro meses. Sementes maiores tendem a ocorrer em espécies arbóreas, diminuindo em plantas arbustivas e

herbáceas. Essa associação entre o tamanho da unidade de dispersão e a forma de vida é evidenciada em vários ecossistemas, sendo fortemente influenciada por variações latitudinais, sazonais e microclimáticas (Westoby *et al.* 1990, Oliveira 1997).

Germinação das unidades de dispersão

As unidades de dispersão recém-coletadas das oito espécies referidas inicialmente atingiram 80 a 100% de germinação no intervalo de dois a cinco dias, enquadrando-se no critério de germinação rápida (= ou < uma semana), sem necessidade de tratamento para acelerar o processo de germinação (Tigre 1968, Duarte 1978, Barbosa 1980, Souza *et al.* 1980a, Souza & Lima 1982, Prazeres 1982, Feliciano 1989, Souto 1996, Cartaxo *et al.* 2001, Miranda *et al.* 2001, Cabral 2002, Moraes 2002). Duarte (1978) aplicou técnicas usuais de escarificação mecânica, química e física às unidades de dispersão das espécies de *Myracrodruon urundeuva*, *Parapiptadenia zehnthneri*, *Anadenanthera colubrina* e *Amburana cearensis*, constatando que os valores de germinação das testemunhas foram superiores aos tratamentos aplicados. Resposta semelhante foi encontrada por Cartaxo *et al.* (2001) para *Cavanillesia arborea*. *Anadenanthera colubrina* apresentou 80 a 100% de germinação após 48 horas de observação, justificando, portanto, a não aplicação de tratamento para ativar a germinação. Isto talvez se deva ao tegumento delicado e a presença na testa da linha fissural ou pleurograma (Souto 1996). *Caesalpinia pyramidalis* apresentou as mesmas características de *A. colubrina*, de acordo com Souto (1996) e Melo-Pinna *et al.* (1999). A germinação é do tipo imediata com um percentual de germinação em torno de 70 a 85% aos cinco dias (Neiva 1997, Nascimento & Oliveira 1999). Em condições de campo, na Caatinga de Sertânia-PE, Barbosa (1980) verificou sob uma planta adulta de *A. colubrina* cerca de 100 sementes por m² recém-germinadas.

Oliveira (1997) trabalhou com 30 espécies de Leguminosae do Estado de São Paulo, incluindo *A. colubrina*, e estabeleceu os seguintes critérios de germinação: imediata: = ou < duas semanas; rápida entre duas e quatro semanas e lenta de quatro a seis semanas.

Nas florestas tropicais úmidas as espécies pioneiras são consideradas de germinação rápida, obtendo o máximo de germinação dentro de seis semanas Garwood (1983). Macedo (1977), estudando a germinação de 37 espécies lenhosas das campinas amazônicas, verificou que a mesma ocorreu dentro do critério de germinação imediata (< duas semanas) adotado por Oliveira (1997). Portanto, as espécies da Caatinga aqui analisadas, apresentaram maior percentual de germinação dentro do menor intervalo de tempo, com relação aos exemplos citados para os outros ecossistemas. Este fato é vantajoso, pois, permite que as sementes ou unidades de dispersão escapem dos predadores e ofereçam maiores chances de sobrevivência para as plântulas.

Efeito da alelopatia na germinação

Souza & Lima (1982) e Prazeres (1982) detectaram dormência nas unidades de dispersão de *Schinopsis brasiliensis*. O último autor encontrou 4% de germinação aos 15 dias, tanto nas testemunhas quanto nas tratadas através de incisões no endocarpo ósseo. Feliciano (1989) aplicou igual tratamento e registrou um percentual de 70% no intervalo de três a quatro dias. Oliveira (1993) não constatou diferença na germinação entre as unidades tratadas com HCL 10%, 1' (67,5%) e as testemunhas (63,7%) após 20 dias. A autora, dando continuidade aos ensaios com a espécie, efetuou uma abordagem fitoquímica e verificou a presença de tanino pirogálico e flavonoídes, chegando a conclusão que os mesmos estavam atuando como inibidores de germinação.

Após lavagem com água corrente, ativou o processo de germinação, sem necessidade de tratamento. De fato, Popinigis (1985) recomenda a lavagem das sementes antes dos testes de germinação, para remover possíveis substâncias inibidoras solúveis em água, aumentando assim em 18% o índice de germinação.

Os taninos são encontrados em vários gêneros de Anacardiaceae: *Schinopsis*, *Schinus* e *Rhus*, segundo (Haslan 1977, Joly 1993). Barbosa *et al.* (1984) constataram inibidores de germinação nos extratos das folhas de *Anacardium occidentale* L. Tavares (1982) estudou a influência de inibidores de germinação nos extratos das folhas de 10 espécies lenhosas da Caatinga, verificando em *Schinopsis brasiliensis* o maior índice de inibição na germinação das diferentes sementes testadas. A autora sugeriu que a alelopatia é um fenômeno razoavelmente comum neste ecossistema, onde agiria controlando o espaçamento entre as plantas e influenciando a competição intra e interespecífica.

Duarte (1978) informou que as sementes de *Amburana cearensis* exalam um odor muito intenso, podendo permanecer até 20 anos depois de colhida. Tigre (1968) fez referência do uso das sementes como inseticida. Mariz (1953) detectou a presença de cumarina no caule desta espécie, outra substância inibidora de germinação. No entanto, o percentual de germinação obtido para *Amburana cearensis* foi da ordem de 70 a 90% de três a cinco dias, sem tratamento (Tigre 1968, Duarte 1978, Souza & Lima 1982 e Feliciano 1989), não sendo registrada, portanto, a inibição da germinação. A cumarina presente nas sementes maduras dessa espécie, deve estar em baixa concentração, pois a inibição da germinação pode estar relacionada com níveis crescentes destas substâncias nas sementes. Palo & Paes (1990) argumentaram que o uso de índices bioquímicos de maturação, poderá detectar o aumento ou a redução do teor dessas substâncias que, sob o ponto

de vista ecológico, teriam a função de atrair ou repelir o dispersor ou o predador. Essa explicação poderá se estender para *Myracrodruon urundeuva*, outra representante das Anacardiaceae, também sem dificuldade de germinação (Tigre 1968, Duarte 1978, Souza & Lima 1982, Prazeres 1982, Feliciano 1989, Moraes 2002).

Influência da temperatura na germinação

Barbosa (1980) analisou as temperaturas cardeais da germinação de *Anadenanthera colubrina*, verificando que as mesmas ocorreram dentro de uma ampla faixa: (1) ótima: de 30° a 35°C, com um percentual de 89 a 100%, no intervalo de dois a três dias; (2) máxima: a 40°C, com 90% aos quatro dias e (3) mínima: 10°C, obtendo 42% aos 23 dias. Resposta semelhante foi encontrada para *Myracrodruon urundeuva* (Prazeres 1982, Moraes 2002) e *Tabebuia aurea* (Cabral 2002). Esses dados poderão fornecer informações importantes para entender a distribuição geográfica dessas espécies, em escala fitossociológica e biogeográfica. As preferências ecológicas e a distribuição geográfica de muitas espécies são determinadas pela faixa de condições ambientais toleradas pela germinação das sementes (Labouriau 1983).

Longevidade das unidades de dispersão

Observou-se nas espécies *Amburana cearensis*, *Anadenanthera colubrina*, *Myracrodruon urundeuva*, *Parapiptadenia zehntneri*, *Schinopsis brasiliensis* e *Tabebuia aurea*, cujas unidades de dispersão são dotadas de ala e tegumento tênue, uma grande perda da viabilidade. A maioria das espécies perderam de mais de 50% da viabilidade após 12 meses de armazenamento em câmaras (fria e seca) e valores mais baixos em temperatura ambiente (Duarte 1978, Barbosa 1980, Souza *et al.* 1980b, Prazeres 1982, Oliveira 1993, Cabral 2002, Moraes 2002). A exceção foi para as

unidades de dispersão de *Myracrodruon urundeuva* e *Schinopsis brasiliensis*, cujos valores permaneceram altos, 70-80% aos 12 meses, nas duas condições analisadas.

Essas espécies foram enquadradas na categoria de sementes intermediárias, ou seja, conteúdo de água na faixa de 10-15%. Apenas *Amburana caerensis* foi considerada ortodoxa, com 5,9 < 10% de conteúdo de água. Na categoria recalcitrante (40-50%), não houve registro de acordo com a classificação de Leprince *et al.* (1993). No ambiente da Caatinga parece ser mais proveitoso as condições das sementes ortodoxas, pois baixos conteúdos de água correspondem a baixas taxas metabólicas e, conseqüentemente, viabilidade mais longa (Lang 1965). Tudo indica que, em condições naturais, as unidades desse grupo perdem a viabilidade rapidamente, tendo em vista os tegumentos e/ ou endocarpos menos resistentes e a época de dispersão das mesmas, que ocorre no final do período de estiagem (de novembro a dezembro) (Oliveira *et al.* 1988, Barbosa *et al.* 1989, Pereira *et al.* 1989, Machado *et al.* 1997), suportando alta temperatura do solo. A chegada das chuvas (de janeiro a maio) favorece de imediato a germinação, sendo já comprovado que a época de dispersão e conseqüente germinação estão relacionadas com o grau de sazonalidade (Vázquel-Yanes & Orozco-Segovia 1987). Nas florestas tropicais úmidas, as espécies de germinação rápida também perdem a viabilidade em curto prazo (Vázquel-Yanes & Orozco-Segovia 1987).

O retardo na germinação é característico das espécies que apresentam as unidades de dispersão com tegumento “duro”, ou seja, de resistência efetiva, funcionando como uma adaptação a fim de impedir que as sementes germinem durante o período de estiagem, constituindo-se, portanto, uma estratégia de escape à seca (Angevine & Chabot 1979). Outro aspecto relevante é que essas sementes possuem a longevidade mais prolongada, exemplificadas

na Caatinga por *Caesalpinia ferrea*, *Senna spectabilis*, *Bauhinia cheilantha* (Leguminosae, Caesalpinioideae) de acordo com Duarte (1978), Souza & Lima (1982), Gama (1992), Nascimento & Oliveira (1999), Queiroz (1999). Este fato é bastante frequente nas Leguminosae, constituindo, talvez, a única barreira física que, uma vez rompida, resulta em fácil germinação (Alvarez Rangel 1984, Bewley & Black 1994). Segundo Pohill *et al.* (1981) sementes de Leguminosae com tegumentos “duros” estão presentes em frutos cujo pericarpo é deiscente ou, quando indeiscente, não muito lenhoso. Argumentam ainda que só esporadicamente encontram-se nas sementes de tegumento tênue, fenômeno relacionado à necessidade de rápida germinação em ambientes florestais ou à transferência do papel protetor do embrião para o pericarpo. Fenner (1985) apoia esses aspectos ao referir que o clima pode condicionar ou não a dormência das sementes em determinadas regiões, tornando-se um comportamento vantajoso para as espécies de clima árido, onde as chuvas são de distribuição irregular propiciando condições desfavoráveis para a germinação.

Banco de sementes no solo

Silva (1998) ao observar a fenologia de *Anadenanthera colubrina*, na Caatinga de Alagoinha, Estado de Pernambuco, verificou que a frutificação se dá no início das chuvas (de janeiro a fevereiro) com a dispersão das sementes em plena estação seca (de novembro a dezembro), germinando facilmente e de imediato na estação chuvosa seguinte. A autora concluiu que a espécie não forma banco de sementes no solo, uma vez que não foram encontradas sementes de safras anteriores, somente da atual, reconhecidas pelo aspecto reluzente do tegumento. Comentou ainda, que as sementes de tamanho médio (1,00 x 1,50 cm) ofereceram mais reservas, tornando-se, portanto, mais vulneráveis ao ataque de herbívoros, formigas, pequenos roedores e patógenos.

Observou também que alguns frutos, ainda presos à planta-mãe, foram encontrados com sementes predadas por larvas de insetos. A literatura confirma que aquelas espécies que expressam pouco retardo entre a dispersão e a germinação não apresentam dormência nas sementes e não desenvolvem um banco de sementes persistentes (Zoisman 1993). Araújo (2000), no entanto, constatou a formação de banco de sementes no solo em *Caesalpinia pyramidalis*. Nessa espécie as sementes são de tamanho médio 1,2 x 0,6 cm, tegumento delicado, apresentando pleurograma e germinação considerada rápida (Neiva 1997, Melo-Pinna *et al.* 1999). Araújo (2000) concluiu que mais de 50% da chuva de sementes pode ser potencialmente responsável pela renovação da população. Comentou ainda, que o desaparecimento e a presença de sementes danificadas, sugerem que a predação possa ter forte influência na dinâmica das sementes no banco de solo. É possível que essa espécie, durante o processo de sucessão, adote a estratégia de crescimento inicial lento, resistente à seca, capacidade de competição por luz, justificando assim sua dominância nas etapas posteriores da sucessão na Caatinga (Sampaio *et al.* 1998). Gama (1992) e Barros (1995) analisaram o banco de sementes das Leguminosae *Bauhinia cheilantha* e *Acacia farnesiana*, respectivamente, constatando que as sementes possuíam tegumentos mais resistentes, necessitando de ligeira escarificação mecânica (lixa) para acelerar o processo de germinação cujo percentual foi da ordem de 80 a 100%, no intervalo de três a cinco dias. A germinação dessas espécies foi considerada rápida, diferindo do grupo aqui analisado, de germinação imediata, não necessitando de tratamento e formando banco de sementes no solo. Gama (1992) observou que as sementes de dispersão autocórica de *Bauhinia cheilantha* representavam cerca de 20,8% das sementes incorporadas ao banco no solo, acrescentando ainda que um terço das mesmas mantinham a viabilidade por vários meses e germinavam

progressivamente. Com relação a *Acacia farnesiana*, que apresenta fruto legume indeiscente, com dispersão barocórica, Barros (1995) quantificou 94 frutos/m² e 1.546 sementes/m² em uma área de 15m². Santos *et al.* (2001) analisaram os padrões de síndromes de dispersão baseados em informações da literatura, no exame de material de herbário e exemplar vivo de 90 espécies lenhosas da Caatinga, visando associar essas características à formação de banco de sementes na flora lenhosa deste ecossistema. Os autores obtiveram os seguintes resultados: a síndrome de dispersão predominante foi autocoria (47,8%), seguida da zoocoria (26,7%) e anemocoria (25,5%). As espécies autocóricas e zoocóricas apresentaram características relacionadas a formação de banco de sementes, ao contrário das anemocóricas. Neste levantamento a dispersão abiótica foi responsável por 74,2%. Barbosa *et al.* (2002) encontraram resultados semelhantes ao analisarem a síndrome de dispersão de 45 espécies lenhosas da Caatinga de Pernambuco, sendo a autocoria a mais representativa (46,6%), seguida de anemocoria e zoocoria, ambas com (26,6%), com 73,2% de dispersão abiótica, chegando a mesma conclusão encontrada por Santos *et al.* (2001).

Fitocromo e germinação “in loco”

As espécies *Anadenanthera colubrina*, *Parapiptadenia zehntneri*, *Myracrodruon urundeuva* e *Tabebuia aurea* apresentaram fotoblastismo neutro em condições de laboratório, com alta percentagem de germinação na luz e no escuro (Barbosa 1980, Prazeres 1982, Souto 1996, Moraes 2002, Cabral 2002). Takaki (2001) propõe substituir o termo fotoblastismo por fitocromo e classifica de fotoblastismo neutro às sementes insensíveis à luz que tem fito A controlando a germinação através de fluência muito baixa (RFMB). Tal resposta indica que na fase de germinação estas espécies se comportam como tolerantes à sombra, tendo em vista as

condições ambientais da Caatinga na época chuvosa (dois a quatro meses): cobertura das copas, estrato herbáceo e serapilheira podendo atingir de um a 10 cm de altura, respectivamente. Posteriormente, com a diminuição das chuvas e chegada do período de estiagem (sete a oito meses), há queda das folhas na maioria das espécies, proporcionando grande exposição à luz. Portanto, sobreviverão às plântulas com adaptações para resistirem ao estresse hídrico, altas luminosidade, temperatura e evaporação e baixa umidade relativa.

Em *Anadenanthera colubrina* a germinação ocorre sob o dossel da planta-mãe devido ao tipo de dispersão barocórica. Nas demais, como a dispersão é pelo vento, o processo pode ser diferente, como foi o caso das plantas jovens de *Schinopsis brasiliensis*, que surgiam a partir de 23 m da planta-mãe. Essa resposta é muito vantajosa para as espécies, tendo em vista que as unidades podem ser levadas a grandes distâncias, com chances de encontrar microambientes mais favoráveis à germinação e ao estabelecimento das plântulas, corroborando com a hipótese de fuga de Janzen (1970).

Estabelecimento das plântulas e/ou plantas jovens

As espécies estudadas apresentaram germinação epígea e plântulas epígeo-foliácea, freqüentes na maioria das espécies pioneiras das florestas tropicais úmidas (Garwood 1996). A exceção foi para *Amburana cearensis*, cuja germinação é hipógea. A abscisão dos cotilédones variou de 30 a 60 dias, no entanto, em *Anadenanthera colubrina* e *Aspidosperma pyriforme*, ocorreram aos 10 dias (Barbosa 1980, Feliciano 1989, Lima 1994, Souto 1996, Miranda *et al.* 2001, Cabral 2002, Moraes 2002).

As plântulas possuem crescimento rápido da raiz principal ou axial, podendo, em condições naturais, alcançar as camadas

inferiores do solo na época chuvosa, garantindo, assim, a sobrevivência e o estabelecimento da plântula durante o período de estiagem; enquadrando-se na classificação de Toumey (1929) para as espécies arbóreas, que sobrevivem em solos sujeitos ao estresse hídrico. Em condições de laboratório, a razão raiz/caule é da ordem de 1:1 e 2:1, sob suprimento regular e estresse hídrico, respectivamente (Barbosa 1991, Barbosa & Prado 1991, Barbosa & Barbosa 1996, Gama 1992, Oliveira 1993, Barros & Barbosa 1995).

Barbosa (1992) trabalhando na Caatinga de Sertânia, Pernambuco, subzona do sertão, quantificou o número de plantas jovens sob os parentais de *Anadenanthera colubrina* em uma área de 12 m² por planta-mãe e 120 m² no total, registrando 23,4 plantas/m², durante a estação chuvosa e 2 plântulas/m² na estação seca, com 8% de sobrevivência. Silva & Barbosa (2000) trabalharam com a mesma espécie na Caatinga de Alagoinha, porém na subzona do agreste, registrando um total de 344 indivíduos sob os parentais, divididos em duas categorias: I- jovens (< 1,60 m) e II- juvenis (1,61 - 3,00 m) correspondentes a 211 e 133 indivíduos respectivamente. A taxa de sobrevivência foi de 73,3%, no final da estação seca (novembro), diferindo marcadamente de Barbosa (1992) provavelmente porque na subzona do sertão o estresse hídrico é mais acentuado que na subzona do agreste. Gama (1992) constatou também maior concentração de plantas jovens sob as plantas-mães, embora a dispersão das sementes seja por autocoria, quantificando 0,8 e 0,2 plantas jovens/m² nas estações chuvosa e seca, respectivamente, ressaltando ainda que, em média, 25,9% das plantas atingiram a fase de plântula. Barros (1995) ao quantificar as plantas jovens de *Acacia farnesiana* dispersas por barocoria, registrou, sob 10 arbustos, 111 e 30 plantas/m² nos períodos de chuva e de estiagem, respectivamente.

Foram detectadas a presença de raízes tuberosas, com reserva de água e amido, bem como fibras gelatinosas nas plantas jovens de *Anadenanthera colubrina*, *Myracrodruon urundeuva*, *Schinopsis brasiliensis* e *Parapiptadenia zehntneri*, comprovadas através de estudos anatômicos efetuados por Lima (1994). Barbosa (1980) e Barbosa & Barbosa (1996) confirmaram também a natureza radicular de *Anadenanthera colubrina* através da anatomia das plantas jovens, com seis meses de idade, em condições de casa de vegetação e campo. Feliciano (1989) descreveu apenas morfológicamente a formação de tuberosidade para *Anadenanthera colubrina*, *Amburana cearensis*, *Myracrodruon urundeuva* e *Schinopsis brasiliensis*. Souto (1996) efetuou o mesmo procedimento em *Anadenanthera colubrina* e *Parapiptadenia zehntneri*. Cabral (2002) acompanhou o crescimento de *Tabebuia aurea* até quatro meses de idade, em casa de vegetação, observando o espessamento nas raízes e nos hipocótilos da espécie. Sousa (1993) ao analisar anatomicamente o desenvolvimento da planta jovem de um exemplar ocorrente no Cerrado de São Paulo, verificou tratar-se de um sistema de órgão subterrâneo característico desse ecossistema, denominado xilopódio. Moraes (2002) também observou morfológicamente a presença de tuberosidade em *Myracrodruon urundeuva* ao analisar o crescimento em função do alongamento (cm) e da matéria seca (g) até os três meses de idade em casa de vegetação.

Barbosa (1991) ao efetuar a análise quantitativa do crescimento das plantas jovens de *Anadenanthera colubrina* até cinco meses de idade, constatou maior alocação de biomassa para as raízes. No entanto, para as plantas jovens não portadoras de sistema tuberoso, a alocação maior foi para o caule, registradas nas espécies de *Parkinsonia aculeata*, *Senna martiana*, *Acacia farnesiana*, *Aspidosperma pyrifolium* e *Tabebuia aurea* (Barbosa &

Prado 1991, Barros & Barbosa 1995, Barbosa & Barbosa 1996, Barbosa *et al.* 2000, Miranda *et al.* 2001, Cabral 2002).

Lima (1994) concluiu na análise das quatro espécies, que a tuberosidade se apresentou apenas na fase jovem, desaparecendo na fase adulta. Comentou ainda que as fibras gelatinosas presentes no sistema radicular das plantas jovens parecem ser uma estratégia anatômica às condições adversas do ambiente, uma vez que as mesmas, estavam relacionadas com a absorção de água, por tratar-se de uma estrutura altamente higroscópica. Barbosa (1980) comprovou a presença dessas fibras nos órgãos subterrâneos de *Anadenanthera colubrina* em condições de casa de vegetação nas plantas jovens submetidas a tratamentos com suprimento regular e estresse hídrico e em condições de campo durante as estações chuvosa e seca.

Distribuição das espécies

As espécies *Anadenanthera colubrina*, *Amburana cearensis*, *Aspidosperma pyrifolium*, *Myracrodruon urundeuva* e *Tabebuia aurea* são de ampla distribuição geográfica. *Anadenanthera colubrina* é a de maior dispersão, ocorrendo na Caatinga e em matas secas do Brasil, desde o Maranhão até São Paulo (Bentham 1870, 1876, Luetzelburg 1922, 1923, Andrade-Lima 1960, 1977, Vasconcelos Sobrinho 1971, Rizzini 1971), e, ultrapassando os limites brasileiros, estendendo-se nas regiões de matas secas do Paraguai, Bolívia e Argentina (Parodi 1959, Andrade-Lima 1964, Rizzini 1971, Hueck 1972, Bigarella *et al.* 1975). Dentro dessa ampla distribuição Andrade-Lima (1964) e Bigarella *et al.* (1975) também destacam *Amburana cearensis*. Prado & Gibbs (1993), ao estabelecerem padrões de distribuição de plantas das florestas estacionais secas da América do Sul, especialmente das lenhosas, corroboram com os autores acima mencionados, incluindo a

espécie *Tabebuia impetiginosa*. Os autores comentaram ainda que *Aspidosperma pyrifolium* apresenta distribuição mais restrita em relação às espécies consideradas acima. Prado & Gibbs (1993) relacionaram 180 espécies endêmicas da Caatinga com a inclusão dessas espécies. Mais recentemente, Pennington *et al.* (2000), tendo Prado como colaborador, não as incluíram na listagem das endêmicas da Caatinga do nordeste brasileiro.

Parapiptadenia zehntneri e *Cavanillesia arborea* são espécies de Caatinga arbórea densa, podendo atingir de 10 a 15 m e 15 a 30 m de altura, respectivamente. A primeira apresenta área de dispersão ampla do centro-norte da Bahia ao sul do Ceará e a segunda do sul da Bahia e norte de Minas Gerais. (Andrade-Lima 1989). De acordo com Andrade-Lima (1981), *Cavanillea arborea* também participa da flora do Acre (oeste da Amazonia).

Classificação das espécies segundo Andrade-Lima (1981)

Andrade-Lima (1981) classificou a vegetação do domínio das Caatingas, em 12 tipos, reconhecendo seis unidades com um ou mais tipos. As espécies do grupo aqui analisado, podem ser incluídas na Unidade 1, tipo de vegetação 1: *Tabebuia-Aspidosperma-Astronium-Cavanillesia*, representada por uma floresta alta de Caatinga, com maior distribuição no norte de Minas Gerais e centro-sul da Bahia, formando, segundo o autor, uma comunidade bastante densa, com cerca de 25 – 30 m de altura. O autor tece considerações no sentido de que, embora a fisionomia florestal dessa unidade seja distinta daquela dos demais tipos fisionômicos das outras unidades de Caatinga, as espécies dominantes não são muito diferentes, citando como exemplos: *Myracrodruon urundeuva*, *Schinopsis brasiliensis*, *Tabebuia avellaneda* e *Cavanillesia arborea*, mencionando ainda as espécies *Anadenanthera colubrina* e *Aspidosperma pyrifolium*. Diante do

exposto, como neste grupo a maioria das espécies apresentam dispersão pelo vento, este fato deve contribuir para a formação de floresta alta de Caatinga, uma vez que facilita a dispersão das sementes a longas distâncias, dando chances que as mesmas encontrem habitats mais favoráveis para a germinação e o estabelecimento das plantas jovens, garantindo assim a dinâmica das populações dessas espécies. As espécies aqui analisadas, também representadas na Unidade II, típica mata de Caatinga, caracterizada por um estrato arbóreo não muito denso, de sete a 15 m de altura. Nessa Unidade podem ser encontradas variações em altura, densidade e composição, pelo fato de colocarem juntas quatro tipos de vegetação (2, 3, 4 e 6). *Myracrodruon urundeuva* e *Schinopsis brasiliensis*, juntas ou isoladas, são as espécies mais evidentes, porém, raramente formam grupos densos, dados confirmados por Tigre (1968). Pertencem a essa Unidade, *Aspidosperma pyriforme*, *Anadenanthera colubrina*, *Amburana cearensis* e *Parapiptadenia zehntneri*. Na Unidade III (tipo 5) é referida a presença de *Anadenanthera colubrina* entre outras. Na Unidade IV (tipo 8), se encontra a comunidade de *Caesalpinia-Aspidosperma*, embora esteja representada em muitas outras áreas, é típica das terras altas da Borborema (Cariris), no Estado da Paraíba, com precipitação anual muito baixa, variando de 250 - 400 mm. *Caesalpinia pyramidalis* e *Aspidosperma pyriforme* são freqüentes e bastantes resistentes à seca e crescem com poucas espécies associadas, como por exemplo do gênero *Pilosocereus*. Diante do exposto, verificou-se que as espécies aqui analisadas formam os estratos superiores quando presentes nas diferentes Unidades abordadas. Este fato proporciona dispersão mais fácil das sementes maduras pelo vento, no período de estiagem, quando a caducifolia é quase total na maioria das espécies.

Em Pernambuco, dentro da zona da Caatinga, as matas serranas ou brejos de altitude, constituem disjunções da floresta

tropical perenifolia, com altitudes de 600 a 1100 m, ocorrem nos topos e encostas superiores à barlavento de serras situadas no planalto da Borborema (Andrade-Lima 1960, Rodal *et al.* 1998). Exemplos de espécies freqüentes em áreas de Caatinga que chegam até os brejos de altitude em Pernambuco foram citados há bastante tempo por Rizzini (1963) e Andrade-Lima (1966) nos brejos de Triunfo, a 1100 m, e de Serra Negra (Bezerras), a 880 m, respectivamente. O primeiro autor mencionou a ocorrência de *Myracrodruon urundeuva* e *Amburana cearensis* e o segundo autor de *Schinopsis brasiliensis* e *Anadenanthera colubrina*. Rizzini (1963) considerou a distribuição das espécies centradas na Floresta Atlântica e Andrade-Lima (1966) discordou desse autor e sugeriu *Amburana cearensis* e *Anadenanthera colubrina* ocupando, em época remota, toda a faixa entre o nordeste e o Chaco argentino, numa dispersão hoje descontinuada pelo maciço da Mantiqueira, chapada Diamantina e planalto goiano. Andrade-Lima (1981) comentou que essas florestas úmidas atuais foram testemunhos de florestas úmidas disseminadas no passado. Os brejos de altitude do nordeste brasileiro são considerados florestas ombrófilas e classificadas como Floresta Atlântica *sensu strictu*, juntamente com as matas de planícies litorâneas, matas de encosta e de altitude e matas de tabuleiro (Câmara 1991). Pereira *et al.* (2001) registraram em Floresta Atlântica do Estado de Pernambuco, um total de 1046 espécies, sendo 224 de terras baixas e 822 de montana (brejos de altitude) e 59 comuns, distribuídas em 31 famílias. A família mais representativa foi a Leguminosae (21 espécies), seguida de Melastomataceae (quatro espécies), Bignoniaceae (três espécies), Anacardiaceae, Apocynaceae, Clusiaceae, Euphorbiaceae e Meliaceae (duas espécies), sendo as demais apenas com uma espécie.

Recentemente, Sales *et al.* (1998), Rodal *et al.* (1998) e Ferraz *et al.* (1998) vêm se dedicando aos estudos dos brejos de

altitude de Pernambuco. O primeiro grupo de autores, sob a responsabilidade de Sales, preparou um checklist da flora ameaçada dos brejos de altitude de Pernambuco, incluindo nove brejos. O segundo grupo, coordenado por Rodal, realizou a compilação das manchas de brejos em um mapa, identificando 20 grandes manchas distribuídas em sete microrregiões homogêneas. O terceiro grupo fez um trabalho, gerado da dissertação de mestrado de Ferraz, versando sobre a composição florística em dois trechos de vegetação de Caatinga (500 e 700 m) e dois de brejo de altitude (1100 e 900 m) do Vale do Pajéu, nos municípios de Serra Talhada e Triunfo, respectivamente. A maioria das espécies tratadas por este grupo ocorreu nas listagens apresentadas, para os brejos pelos diferentes autores. As espécies estudadas nesta revisão foram: *Schinopsis brasiliensis*, (Serra Negra e Floresta), *Myracrodruon urundeuva* e *Amburana cearensis* (Triunfo), *Aspidosperma pyriformium* (Floresta e Triunfo), *Parapiptadenia zehntneri* (Floresta e Triunfo) e *Tabebuia impetiginosa* (Buique e Triunfo). Rodal *et al.* (1998), nas considerações finais do trabalho, reforçaram os dados referidos na literatura de que as florestas serranas de Pernambuco representaram uma formação vegetacional úmida localizada no domínio do semi-árido, mas sem a deficiência hídrica comum aos demais tipos vegetacionais daquele domínio. Os autores enfatizaram ainda, que a maior disponibilidade hídrica conferia às florestas serranas aspectos funcionais, fisionômicos e florísticos distintos das demais formações vegetacionais do semi-árido. Essa parte florística tão diferenciada pode encontrar explicação, quando do recuo e expansão das florestas úmidas e das formações mais abertas, discutidas segundo Andrade-Lima (1982) e Prado & Gibbs (1993).

Considerações finais

Os resultados aqui apresentados e discutidos sobre essas oito espécies características e freqüentes na Caatinga, podem explicar, até certo ponto, a amplitude da distribuição geográfica das mesmas, tendo em vista suas características adaptativas, tais como: reprodução vigorosa, grande produção de sementes, a maioria dispersa pelo vento, sementes de tamanho pequeno a médio, germinação sem necessidade de tratamento, a maioria com alta germinabilidade em uma ampla faixa de temperatura, ótimo de temperatura para a germinação em torno de 20° a 30°C, conteúdo de água de baixo a intermediário (ortodoxa a intermediária), longevidade baixa com dificuldade de se manter em condições artificiais, fitocromo neutro, substâncias químicas nas unidades de dispersão com função de defesa (alelopatia), germinação epígea e plântula epígeo-foliácea, crescimento rápido da raiz principal, raiz tuberosa na maioria das plantas jovens, com reserva de água e amido e desaparecimento na fase adulta, presença de fibras gelatinosas nas raízes tuberosas das plantas jovens, alocação de biomassa para as raízes nas plantas jovens com tuberosidade e deslocamento para o caule quando ausente e germinação em condições naturais sob o dossel. Portanto, pelas características da germinação e do crescimento aqui discutidas em condições artificiais e naturais, essas espécies apresentaram adaptações para sobreviverem em um gradiente hídrico de úmido à seco, ou seja, dos períodos de chuva à estiagem da região semi-árida do nordeste brasileiro. Quanto a germinação, mostraram características de tolerantes à sombra, ao germinarem sob o dossel das florestas e na fase de planta jovem se comportaram com características de pioneiras e tolerantes à falta de água.

Andrade-Lima (1964) e Bigarella *et al.* (1975) citaram *Anadenanthera colubrina* e *Amburana cearensis* na linha de

dispersão, com pontos no nordeste do Brasil e a região chaqueana. Em vista disto, sugeriram que as mesmas apresentavam apreciável tolerância à falta de água, devendo ter realizado a conexão Chaco-Nordeste do Brasil, no fim do Terciário ou durante um dos períodos glaciais, quando predominavam condições de mediana secura. Segundo Prado & Gibbs (1993), essas espécies são elos de ligação entre as floras das regiões semi-áridas da América do Sul. A ampliação de pesquisas ecofisiológicas com essas espécies deverão ser continuadas, pois poderão contribuir para a elucidação de problemas mais amplos como a origem e a distribuição da flora da Caatinga, bem como os mecanismos da dinâmica de suas populações. Tais conhecimentos fornecerão subsídios para serem aproveitados na conservação, no manejo e em programas de reflorestamento na região semi-árida do nordeste brasileiro.

Agradecimentos

Aos Professores José Luiz de Hamburgo Alves, Isabel Cristina Sobreira Machado, Eliana Akie Simabukuro e Jarcilene Almeida-Cortez pela revisão e sugestões efetuadas ao manuscrito, todos pertencentes ao Departamento de Botânica/UFPE.

Referências Bibliográficas

- ALVARES RANGEL, R. 1984. Caracterización de los mecanismos de control y germinación de las semillas de *Parkinsonia aculeata* L.1. Respuestas de las semillas a los tratamientos para romper latencia y sus implicaciones ecológicas. *Revista de la Facultad de Agronomía* 13: 5-30.
- ANGEVINE, M. W. & B. F. CHABOT. 1979. Seed germination syndromes. Pp 189-206 in: O. T Solbrig, S. Jain & P. H. Johnson (eds.) *Topics in plant population biology*. Columbia University Press, New York.

15. Estratégias de Germinação e Crescimento de Espécies

- ANDRADE-LIMA, D. 1960. Estudos fitogeográficos de Pernambuco. *Arquivos do Instituto de Pesquisas Agronômicas* 5: 305-341.
- ANDRADE-LIMA, D. 1964. Contribuição à dinâmica da flora do Brasil. *Arquivos do Instituto de Ciências da Terra* 2: 15-20.
- ANDRADE-LIMA, D. 1966. Esboço fitoecológico de alguns brejos de Pernambuco. *Boletim Técnico do Instituto de Pesquisas Agronômicas de Pernambuco* 8: 3-10.
- ANDRADE-LIMA, D. 1977. A flora de áreas erodidas de calcário-Bambuú, em Bom Jesus da Lapa, Bahia. *Revista Brasileira de Biologia*. 37: 179-194.
- ANDRADE-LIMA, D. 1981. The caatingas dominium. *Revista Brasileira de Botânica* 4: 149-153.
- ANDRADE-LIMA, D. 1982. Present-day forest refuges in Northeastern Brazil. Pp 245-251 in: G.T. Prance (ed.) *Biological diversification in the tropics*. Columbia University Press, New York.
- ANDRADE-LIMA, D. 1989. *Plantas das caatingas*. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro.
- ARAÚJO, E. L. 2000. Dinâmica do banco de sementes de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. em uma área de caatinga de Pernambuco. Pp. 174 in: Anais do LI Congresso Nacional de Botânica, Brasília, Brasil.
- BARBOSA, D. C. A. 1980. *Estudos ecofisiológicos em Anadenanthera macrocarpa (Benth.) Brenan. Aspectos da germinação e crescimento*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- BARBOSA, D. C. A. 1991. Crescimento de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan (Leguminosae-Mimosoideae). *Phyton* 52: 51-62.
- BARBOSA, D. C. A. 1992. Distribution of *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan seedlings in an area of the caatinga of Northeastern Brazil. *Boletim de Botânica* 13: 1-10.

D. C. A. Barbosa

- BARBOSA, D. C. A. & M. C. G. PRADO. 1991. Quantitative analysis of the growth of *Parkinsonia aculeata* L. in a greenhouse. *Phyton* 52: 17-26.
- BARBOSA, D. C. A. & M. C. A. BARBOSA. 1996. Crescimento e estabelecimento de plantas. Pp 173-177 in: E. V. S. B. Sampaio, S. J. Mayo & M. R. V. Barbosa (eds.) *Pesquisa Botânica Nordestina: Progresso e Perspectivas*, Sociedade Botânica do Brasil, Seção Regional de Pernambuco, Recife.
- BARBOSA, D. C. A., J. L. HAMBURGO ALVES, S. M. PRAZERES & A. M. A. PAIVA. 1989. Dados fenológicos de 10 espécies arbóreas de uma área de caatinga (Alagoinha-PE). *Acta Botanica Brasilica* 3: 109-117.
- BARBOSA, D. C. A., R. J. M. C. NOGUEIRA & P. A. MELO FILHO. 2000. Comparative studies of growth in three species of "caatinga" submitted to water stress. *Phyton* 69: 45-50.
- BARBOSA, D. C. A., M. C. A. BARBOSA & P. G. G. SILVA. 2002. Tipos de frutos e síndromes de dispersão de espécies lenhosas da caatinga de Pernambuco. Pp 609-621 in: M. Tabarelli & J.M.C Silva (eds.) *Diagnóstico da Biodiversidade de Pernambuco*, vol 2. SECTMA e Editora Massangana, Recife.
- BARBOSA, J. M. F., M. F. AGRA & D. F. MEDEIROS. 1984. Triagem fitoquímica de plantas medicinais do Estado da Paraíba. *Boletim da Sociedade Broteriana* 2:57-68.
- BARROS, L. M. 1995. *Ecofisiologia de Acacia farnesiana (L.) Willd., em uma área de caatinga (Caruaru-PE)*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- BARROS, L. M. & D. C. A. BARBOSA. 1995. Crescimento de *Acacia farnesiana* (L.) Willd., em casa de vegetação. *Phyton* 57: 179-191.
- BENTHAM, G. 1870/1876. Leguminosae. Pp. 281-282 in: C. F. P. Martius (ed.) *Flora brasiliensis*, Lipsiae, Frid' Fleischer. v 15, pt.2.
- BEWLEY, J. D. & M. BLACK. 1994. *Seeds physiology of development and germination*. Plenum Press, New York.

15. Estratégias de Germinação e Crescimento de Espécies

- BIGARELLA, J. J., D. ANDRADE-LIMA & P. J. RIEHS. 1975. Considerações a respeito das mudanças paleoambientais na distribuição de algumas espécies vegetais e animais do Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 47: 411-464.
- BULLOCK, S. H. 1995. Plant reproduction in neotropical dry forests. Pp 277-303 in: S. H. Bullock, H. A. Mooney & E. Medina (eds.) *Seasonally dry tropical forests*. Cambridge University Press, Cambridge.
- CABRAL, E. L. 2002. *Armazenamento, germinação das unidades de dispersão e crescimento de plantas jovens de Tabebuia aurea (Manso) Benth. & Hook. f. ex. S. Moore, submetidas a estresse hídrico*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- CÂMARA, I. G. 1991. *Plano de ação para a Mata Atlântica*. Fundação S.O.S. Mata Atlântica, São Paulo.
- CARTAXO, G. M. C., F. N. M. ASSIS & H. SILVA. 2001. Viabilidade das sementes de barriguda (*Cavanillesia arborea* K. Schum). Pp 54 in: Anais do LII Congresso Nacional de Botânica, João Pessoa, Brasil.
- DUARTE, M. J. 1978. *Análise de sementes de seis espécies autoclones e alternativas para o reflorestamento na região semi-árida do Nordeste brasileiro*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- FELICIANO, A. L. P. 1989. *Estudo da germinação de sementes e desenvolvimento de muda, acompanhado de descrições morfológicas de dez espécies arbóreas ocorrentes no semi-árido nordestino*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- FENNER, M. 1985. Dispersal. Pp 38-56 in: M. Fenner (ed.). *Seed ecology*. Chapman & Hall, London, Kew.
- FERRAZ, E. M. N., M. J. N. RODAL, E. V. S. B. SAMPAIO & R. C. A. PEREIRA. 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: 7-15.

D. C. A. Barbosa

- FRANKIE, G. W., H. G. BAKER & P. A. OPLER. 1974. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. *Journal of Ecology* 62: 881-913.
- GAMA, N. S. 1992. *Estudos ecofisiológicos em Bauhinia cheilantha (Bong.) Steud (Leguminosae, Caesalpinoideae) na região semi-árida do Estado de Alagoas*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- GARWOOD, N. C. 1983. Seed germination in a seasonal tropical forest in Panama: a community study. *Ecological Monographs* 53: 159-181.
- GARWOOD, N. C. 1996. Functional morphological of tropical tree seedlings. Pp 59-129 in: M. D. Swaine (ed.) *The ecology of tropical forest tree seedlings*. Man & The Biosphere Series.
- GRIZ, L. M. S. 1996. *Dispersão de sementes na caatinga de Pernambuco, Nordeste do Brasil*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- GRIZ, L. M. S. & I. C. S. MACHADO. 2001. Fruiting phenology and seed dispersal syndromes in caatinga, a tropical dry forest in the northeast of Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 17: 303-321.
- GUNN, C. R. 1981. Seeds of Leguminosae. Pp 913-925 in: R. M. Polhill & P. H. Raven (eds.) *Advances in legume systematics*. Crown Copyright, Kew.
- HASLAN, E. 1977. *Vegetable tannins. Recent advances in phytochemistry biochemistry of plant*. Pirson, Harvard.
- HARPER, J. L., P. H. LOVELL & K. G. MOORE. 1970. The shapes and sizes of seeds. *Annual Review of Ecology and Systematics* 1: 327-356.
- HUECK, K. 1972. *As florestas da América do Sul*. Editoras Universidade de São Paulo e Polígono, São Paulo.
- JOLY, A. B. 1993. *Botânica. Introdução à taxonomia vegetal*. Companhia Editora Nacional, São Paulo.

15. Estratégias de Germinação e Crescimento de Espécies

- JANZEN, D. H. 1970. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. *American Naturalist* 104: 501-528.
- LANG, A. 1965. Effects of some internal and external conditions on seed germination. Pp 848-893 in: W. Ruhland (ed.). *Handbuch der pflanzen physiologie*. Springer Verlag. Berlin.
- LABORIAU, L. G. 1983. *A germinação das sementes*. Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, Washington.
- LIMA, M. P. 1985. Morfologia dos frutos e sementes dos gêneros da tribo Mimosae (Leguminosae- Mimosoideae) aplicada à sistemática. *Rodriguesia* 37: 53-78.
- LIMA, R. S. 1994. *Estudo morfo-anatômico do sistema radicular de cinco espécies arbóreas de uma área de caatinga do município de Alagoinha-PE*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- LEPRINCE, O., G. A. F. HENDRY & B. D. MCKERSIE. 1993. The mechanisms of desiccation tolerance in developing seeds. *Seed Science Research* 3: 231-246.
- LUETZELBURG, P. 1922-23. *Estudo botânico do Nordeste. Inspectoria Federal de Obras Contra Secas*. Publicação nº 57, Série I-A e 3v, Rio de Janeiro.
- MACEDO, M. 1977. Dispersão de plantas lenhosas de uma campina amazônica. *Acta Amazônica* 7: 1-69.
- MACHADO, I. C. S., L. M. BARROS & E. V. S. B. SAMPAIO. 1997. Phenology of caatinga species at Serra Talha, PE, Northeastern Brazil. *Biotropica* 29: 57-68.
- MARIZ, G. 1953. *Contribuição ao estudo ecológico e farmacognóstico de quatro plantas características da zona da caatinga (Zizyphus joazeiro Mart.; Maytenus rigida Mart.; Spondias tuberosa Arr. Cam.; Amburana cearensis (Fr. All.) Smith)*. Tese de Livre Docência, Universidade do Recife, Recife.

D. C. A. Barbosa

- MELO-PINNA, G. F. A., M. S. M. NEIVA & D. C. A. BARBOSA. 1999. Estrutura do tegumento seminal de quatro espécies de Leguminosae (Caesalpinioideae), ocorrentes numa área de caatinga (PE-Brasil). *Revista Brasileira de Botânica* 22: 375-379.
- MIRANDA, J. M. G., D. C. A. BARBOSA & E. A. SIMABUKURO. 2001. Aspectos morfológicos de frutos, sementes, germinação e plântulas de quatro espécies da caatinga da Paraíba (Cariris Velhos). Pp 125 in: Anais do LII Congresso Nacional de Botânica, João Pessoa, Brasil.
- MORAES, J. M. F. 2002. *Efeitos de diferentes níveis de água na germinação e no crescimento de Myracrodruon urundeuva Allemão (Anacardiaceae)*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- NASCIMENTO, M. P. S. C. B. & M. E. A. OLIVEIRA. 1999. Quebra da dormência de sementes de quatro leguminosas arbóreas. *Acta Botanica Brasilica* 13: 129-137.
- NEIVA, M. S. M. 1997. *Estrutura dos tegumentos, germinação e aspectos bioquímicos das sementes de quatro espécies de Leguminosae (Caesalpinioideae) ocorrentes numa área de caatinga*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- OLIVEIRA, J. G. B., H. L. C. QUESADO, E. P. NUNES & F. A. VIANA. 1988. *Observações preliminares da fenologia de plantas da caatinga na estação ecológica de Oiuaba, Ceará*. Coleção Mossoroense, série B. Nº 538, Mossoró.
- OLIVEIRA, M. C. P. 1993. *Aspectos morfo-anatômicos da unidade de dispersão, germinação e crescimento de Schinopsis brasiliensis Engl. (baraúna) Anacardiaceae*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- OLIVEIRA, D. M. T. 1997. *Análise morfológica comparativa de frutos, sementes, plântulas e plantas jovens de 30 espécies arbóreas de Fabaceae*

15. Estratégias de Germinação e Crescimento de Espécies

ocorrentes no Estado de São Paulo. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

- PALO, M. & J. P. A. PAES. 1990. Compostos cumarínicos em sementes imaturas de *Copaifera langsdorfii* Desf. Pp.128 in: Anais do VIII Congresso da Sociedade Botânica de São Paulo, Campinas, Brasil.
- PARODI, L. R. 1959. *Enciclopedia Argentina de Agricultura Y Jardinera. Descripción de las plantas cultivadas*. Editora ACME, Buenos Aires.
- PENNINGTON, R. T., D. E. PRADO & C. A. PENDRY. 2000. Neotropical seasonally dry forests and quaternary vegetation changes. *Journal of Biogeography* 27: 261-273.
- PEREIRA, R. M. A., J. A. ARAÚJO FILHO, R. V. LIMA, F. D. G. PAULINO, A. O. N. LIMA & Z. B. ARAÚJO. 1989. Estudos fenológicos de algumas espécies lenhosas e herbáceas da caatinga. *Ciência Agrônômica* 20: 11-20.
- PEREIRA, S. C., M. C. A. BARBOSA & D. C. A. BARBOSA. 2001. Levantamento parcial de espécies comuns às Florestas Atlântica e Montana. Pp 219 in: Anais do LII Congresso Nacional de Botânica, João Pessoa, Brasil.
- POLHILL, R. M., P. H. RAVEN & C. H. STIRTON. 1981. Evolution and Systematics of the Leguminosae. Pp 1-26 in: R. M. Polhill & P. H. Raven (eds.) *Advances in legume systematics*. Royal Botanic Gardens, Kew.
- POPINIGIS, F. 1985. *Fisiologia das sementes*. Ministério da Agricultura, AGIPLAN, Brasília.
- PRADO, D. E. & P. E. GIBBS. 1993. Patterns of species distributions in the dry seasonal forests of South America. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 80:902-927.
- PRAZERES, S. M. 1982. *Morfologia e germinação de sementes e unidades de dispersão de espécies das caatingas*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- QUEIROZ, L. P. 1999. Leguminosas de caatinga, espécies com potencial forrageiro. Pp 63-75 in: F. D. Araújo, H. D. V. Prendergast & S. J. Mayo

D. C. A. Barbosa

- (eds.) *Plantas do Nordeste*. Anais do I *Workshop* Geral. Royal Botanic Gardens, Kew.
- RODAL, M. J. N., M. F. SALES & S. J. MAYO. 1998. *Florestas serranas de Pernambuco: localização e conservação dos remanescentes dos brejos de altitude*. Imprensa Universitária da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- RIZZINI, C. T. 1963. Nota prévia sobre a divisão fitogeográfica (florístico-sociológica) do Brasil. *Revista Brasileira de Geografia* 25: 3-64.
- RIZZINI, C. T. 1971. *Plantas do Brasil. Árvores e madeiras úteis do Brasil. Manual de dendrologia brasileira*. Editoras Eggard Blücher & Universidade de São Paulo, São Paulo.
- SALES, M. F., S. J. MAYO & M. J. N. RODAL. 1998. *Plantas vasculares das florestas serranas de Pernambuco: um checklist da flora ameaçada dos brejos de altitude*. Pernambuco-Brasil. Imprensa Universitária da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- SAMPAIO, E. V. S. B., E. L. ARAÚJO, I. H. SALCEDO & H. TIESSEN. 1998. Regeneração da vegetação de caatinga após corte e queima em Serra Talhada, PE. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 33: 621-632.
- SANTOS, B. A., D. C. A. BARBOSA & M. TABARELLI. 2001. Estratégias de regeneração de espécies lenhosas ocorrentes na caatinga brasileira. Pp144 in :Anais do LII Congresso Nacional de Botânica, João Pessoa, Brasil.
- SILVA, L. M. B. 1998. *Ecofisiologia da reprodução e do crescimento de Anadenanthera macrocarpa (Benth.) Brenan (Mimosoideae) em uma área de caatinga, Alagoinha-PE*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- SILVA, L. M. B. & D. C. A. BARBOSA. 2000. Crescimento e sobrevivência de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan (Leguminosae), em uma área de caatinga, Alagoinha, PE. *Acta Botanica Brasilica* 14: 251-261.

15. Estratégias de Germinação e Crescimento de Espécies

- SOUSA, A. V. G. 1993. *Morfologia, desenvolvimento e anatomia de Tabebuia caraiba (Mart.) Bur.- Bignoniaceae*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- SOUTO, M. S. 1996. *Caracteres morfológicos de frutos e sementes, poder germinativo e crescimento de plantas jovens de seis espécies de Leguminosae da caatinga de Alagoinha-PE*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- SOUZA, S. M., I. E. PIRES & P. C. F. LIMA. 1980a. Influência da embalagem e condições de armazenamento na longevidade de sementes florestais. Pp15-24 *in*: Pesquisa Florestal no Nordeste semi-árido: sementes e mudas. EMBRAPA-CPATSA, *Boletim de Pesquisa 2*.
- SOUZA, S. M., I. E. PIRES & P. C. F. LIMA. 1980b. Efeito do tipo de embalagem e condições de armazenamento na preservação de sementes de aroeira (*Astronium urundeuva* Engl.). Pp 25-30 *in*: Pesquisa Florestal no Nordeste semi-árido: sementes e mudas. EMBRAPA, CPATSA, *Boletim de Pesquisa 2*.
- SOUZA, S. M. & P. C. F. LIMA. 1982. Caracterização de sementes de algumas espécies florestais nativas do Nordeste. Pp 1156-1167 *in*: Anais do Congresso Nacional sobre Essências Nativas, Campos do Jordão, v 2, São Paulo, Brasil.
- TAKAKI, M. 2001. New proposal of classification of seeds based on forms of phytochrome instead of photoblastism. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal* 13: 103-107.
- TAVARES, M. C. R. 1982. *Ocorrência de inibidores de germinação em espécies da caatinga*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- TIGRE, C. B. 1968. *Silvicultura para matas xerófilas*. Publicação Nº 225, série I-A, DNOCS, Fortaleza.

D. C. A. Barbosa

- TOUMEY, J. W. 1929. Initial root habitat in american trees and its bearing on regeneration. Pp 713-728 in: Anais do Congresso Internacional de Planta, Ithaca, U.S.A.
- VASCONCELOS SOBRINHO, J. 1971. *As regiões naturais do Nordeste, o meio e a civilização*. Conselho do Desenvolvimento de Pernambuco, Recife.
- VÁZQUEL-YANES, C. & A. OROZCO-SEGOVIA. 1987. Fisiología ecológica de semillas en la Estación de Biología Tropical "Los Tuxtlas", Veracruz, México. *Revista de Biología Tropical* 35: 85-96.
- ROIZZMAN, L. G. 1993. *Fitossociologia e dinâmica do banco de sementes de populações arbóreas de floresta secundária em São Paulo*. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- WESTOBY, M., B. RICE & J. HOWELL. 1990. Seed size and plant growth form as a factors in dispersal spectra. *Ecology* 71:1307-1315.

FENOLOGIA DE ESPÉCIES LENHOSAS DA CAATINGA

*Dilosa Carvalho de Alencar Barbosa, Marlene Carvalho de
Alencar Barbosa & Lilian Cristine Marinho de Lima*

Introdução

Espécies de árvores tropicais podem variar de perenifólias até decíduas ou caducifólias, dependendo do grau de seca sazonal e do seu potencial de reidratação e controle de perda de água (Reich & Borchert 1984). Nas regiões tropicais áridas e semi-áridas as espécies perenifólias são pouco abundantes, tendo em vista o alto custo energético para manter essas plantas nessas regiões (Medina *et al.* 1985).

As espécies decíduas são predominantes nesses ambientes, variando o grau de deciduidade de acordo com a reação aos déficits hídricos, uma vez que há espécies que perdem as folhas logo no final da estação chuvosa e outras que as mantêm até o final da estação seca, criando, portanto, mosaicos temporais e espaciais dentro de microambientes durante a estação seca (Frankie *et al.* 1974, Lieberman 1982, Reich & Borchert 1984, Murphy & Lugo 1986, Bullock & Solís-Magallanes 1990, Mooney *et al.* 1995, Borchert 1996, Justiniano & Fredericsen 2000). Borchert (1996) descreveu os mecanismos estruturais e fisiológicos para as árvores de florestas neotropicais secas que florescem na estação seca, baseados nas relações hídricas e fenológicas.

Os estudos sobre a fenologia das plantas lenhosas da Caatinga são muito escassos (Oliveira *et al.* 1988, Barbosa *et al.* 1989, Pereira *et al.* 1989, Cestaro *et al.* 1989, Moreira 1996, Machado *et al.* 1997) e trabalhos sobre tipos de frutos e síndromes de dispersão foram publicados mais recentemente por Griz & Machado (2001), Barbosa *et al.* (2002), Griz *et al.* (2002).

O objetivo deste trabalho foi resgatar o histórico de vida das plantas lenhosas da Caatinga, com base nas informações existentes na literatura, principalmente quanto aos aspectos ecofisiológicos e de posse desses conhecimentos interpretar os processos fenológicos apoiados em três áreas: uma no agreste de Pernambuco e duas no sertão, dos estados da Paraíba e Pernambuco (Barbosa *et al.* 1989, Moreira 1996, Machado *et al.* 1997), de onde se dispõem, até o momento, de dados mais completos sobre a fenologia das espécies lenhosas da Caatinga.

Em função desses conhecimentos já foi possível organizar uma síntese das fenofases vegetativas e reprodutivas das espécies perenifólias e decíduas, com a perspectiva de continuar nessa linha de pesquisa, a fim de poder comprovar, com maior número de espécies, os padrões fenológicos aqui representados e discutidos. Estudos dessa natureza são muito importantes para auxiliar na compreensão da dinâmica das comunidades e populações do ecossistema Caatinga.

Material e métodos

Área de estudo

A área do agreste estudada é localizada no Município de Alagoinha, PE (8°27'S, 36°46'W), a 762 m de altitude. Apresenta clima semi-árido quente (BSs'h') segundo Köppen, precipitação e

temperatura média anual de 865 mm e 22,7°C, o período chuvoso tem duração em torno de sete meses (Barbosa *et al.* 1989). Os solos enquadrando-se na associação de Litólicos Eutróficos, com A fraco, textura arenosa e/ou média pedregosa e podzólico vermelho (Jacomine *et al.* 1973). Na zona do sertão, a área estudada fica no Município de Serra Talhada, PE (7°59'S, 38°19'W), a 500 m de altitude. Possui clima semelhante, precipitação e temperatura média anual de 803 mm e 26°C, período chuvoso em torno de cinco meses e solos classificados como Brunos Não Cálcicos e Podzólicos Vermelho - Amarelo Eutróficos e Cambissolos, segundo Machado *et al.* (1997). Ainda na zona do sertão, foi estudada uma área no Município de Sousa, PB (6°48'45"S, 38°11'15"W), com altitude variando de 250-300 m. A precipitação e a temperatura média anual são de 300mm e 27°C (Moreira 1996). Nas três localidades o período chuvoso vai de janeiro a maio e o período de estiagem varia de agosto a dezembro. Quanto à vegetação, a altura das espécies estudadas variou de cinco a 10 metros (Barbosa *et al.* 1989, Moreira 1996, Machado *et al.* 1997).

Classificação das fenofases

Foram considerados dois tipos básicos de comportamentos: plantas perenifólias (duração foliar 12-14 meses) e plantas decíduas (duração foliar seis a nove meses) (cf. Marín & Medina 1981). As plantas decíduas foram ainda divididas em duas categorias, de acordo com o intervalo de queda de folhas: (a) queda foliar no intervalo de dois a três meses e (b) queda foliar no intervalo de quatro a seis meses.

Para a análise dos dados fenológicos foram observadas as fenofases de brotamento, floração, frutificação e síndromes de dispersão.

Para a tipificação dos frutos ou diásporos seguiu a classificação de Barroso *et al.* (1999). Considerou-se uma espécie em fase de frutificação quando seus diásporos estavam prontos para serem dispersos. Os dados de frutificação foram analisados segundo a sua consistência (caroso e seco) e peso (leves < 10 mg e pesados > 10 mg a 33.000 mg; cf. Griz 1996). As síndromes de dispersão foram baseadas na classificação de Pijl (1982) em três categorias: (1) anemocoria, quando os diásporos possuíam alas ou plumas, (2) zoocoria, quando os diásporos possuíam atrativos que permitissem a sua dispersão por animais, tais como os frutos carnosos a exemplo da baga ou drupa e os frutos secos dotados de semente com arilo; (3) autocoria quando não se enquadrava nas duas categorias, permanecendo nesta, as espécies barocóricas (dispersão por gravidade) e aquelas com dispersão explosiva, muito freqüente nas espécies de Euphorbiaceae e Leguminosae, conhecidas como as duas famílias mais representativas das Caatingas.

Resultados

Queda de folhas e brotamento

A queda e a formação de novas folhas são contínuas nas três áreas analisadas. Duas categorias de plantas foram registradas quanto ao padrão de queda de folhas e brotamento: (1) as perenifólias, correspondentes a 18% (cinco espécies), que não perdem as folhas de maneira concentrada durante o período seco (junho a dezembro), com substituição de folhas velhas pelas novas durante a estação seca (Tabela 1, Figura 1). Como exemplos podem ser citadas as espécies de *Capparis flexuosa*, *Licania rigida*, *Maytenus rigida*, *Ximenia americana* e *Ziziphus joazeiro*; (2) as espécies decíduas, representadas por 82% (23 espécies), que

perdem as folhas de maneira concentrada na estação seca, com pico de formação de folhas novas no final deste período (dezembro), influenciado pelas chuvas esporádicas e início da estação chuvosa (janeiro). De acordo com o grau de deciduidade podem ser registradas duas subdivisões: (1) nove espécies (32%) perdem as folhas logo no final da estação chuvosa (maio), permanecendo sem folhas no intervalo de quatro a seis meses e (2) 14 espécies (50%) perdem as folhas no final da estação seca (outubro a dezembro), permanecendo sem folhas em um intervalo mais curto, de dois a três meses (Tabela 1, Figura 1).

Registrou-se comportamento diferenciado quanto à formação de novas folhas entre as espécies nas duas categorias de plantas. Nas perenifólias a espécie *Ziziphus joazeiro* troca e produz folhas novas quase simultaneamente no final do período seco (dezembro), enquanto às demais espécies desse grupo realizam esse processo durante a estação seca (setembro a outubro).

Nas decíduas de quatro a seis meses, as espécies *Jatropha mollissima* e *Manihot cf. pseudoglaziovii* (Euphorbiaceae), ambas com caule suculento, formam novas folhas durante a estação seca (agosto a outubro), antes da estação chuvosa (janeiro a maio) influenciadas pelas chuvas esporádicas que ocorrem nesse período. As demais espécies permanecem sem folhas até o início da estação chuvosa (janeiro). Nas decíduas de dois a três meses, duas espécies localizadas no agreste pernambucano, *Bumelia sartorum* e *Schinopsis brasiliensis*, não perderam as folhas durante o ano de observação. No entanto, na zona do sertão pernambucano, essa última espécie perdeu as folhas no período de estiagem, se comportando como decídua facultativa.

Tabela 1. Listagem das espécies perenifólias e decíduas da Caatinga quanto a formação de novas folhas (Fn), floração (Fl) e frutificação (Fr) mostrando os tipos de frutos (TF), consistência do fruto (CF), carnosos (C) e secos (S), síndromes de dispersão (SD), zoocoria (Zoo), anemocoria (Ane) e autocoria (Aut), unidade de dispersão (UD), fruto (F) e semente (Sm), estações seca (s) e chuvosa (c) e referências: (Ref) 1Barbosa et al. 1989 (Alagoinha, agreste – PE), 2 Moreira 1996 (Sousa, sertão – PB), 3 Machado et al. 1997 (Serra Talhada, sertão – PE)

Espécie	Família Sub-Família	TF	CF	UD	SD	Estações			Ref
						Fn	Fl	Fr	
PERENIFÓLIAS									
<i>Capparis flexuosa</i> L.	Capparaceae	Cápsula * ¹	C	F	Zoo	s	s/c	s/c	3
<i>Maytenus rigida</i> Mart.	Celastraceae	Cápsula * ²	S	F	Zoo	s	c	s	1
<i>Licania rigida</i> Benth.	Chysobalanaceae	Drupa	C	F	Zoo	s	s	c	2
<i>Ximenia americana</i> L.	Olacaceae	Drupa	C	F	Zoo	s	s	c	2
<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.	Rhamnaceae	Drupa	C	F	Zoo	s	s	c	1, 3
DECÍDUAS									
1^o Grupo: 2 a 3 meses									
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	Anacardiaceae	Drupa	S	F	Ane	s/c	s	s, s/c	1, 2, 3
<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl.	Anacardiaceae	Sâmara	S	F	Ane	s/c	c	s	1
<i>Spondias tuberosa</i> Arruda	Anacardiaceae	Drupa	C	F	Zoo	s/c	s	c	1, 3
<i>Rolliniopsis leptopetala</i> (R. E. Fr.) Saff	Annonaceae	Múltiplo	C	F	Zoo	s/c	s	c	3
<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart.	Apocynaceae	Folículo	S	Sm	Ane	s/c	c/s	s/c	1, 3
<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) Gillet.	Burseraceae	Baga	C	F	Zoo	s/c	s	s/c	3
<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong) Steud.	Caesalpinioideae	Legume	S	Sm	Aut	s/c	c	c	3
<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart.	Caesalpinioideae	Legume	S	F	Aut	s/c	s/c	s/c	3

Espécie	Família Sub-Família	TF	CF	UD	SD	Estações			Ref
						Fn	Fl	Fr	
<i>C. pyramidalis</i> Tul.	Caesalpinioideae	Legume	S	Sm	Aut	s/c	s/c	s/c	1, 3
<i>Senna spectabilis</i> (DC.) H. S. Irwin & R. C. Barneby	Caesalpinioideae	Legume	S	Sm	Aut	s/c	c	c	1
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Mimosoideae	Folículo	S	Sm	Aut	s/c	c	s/c	1, 2, 3
<i>Parapiptadenia zehntneri</i> (Harms) M.P. Lima	Mimosoideae	Legume	S	Sm	Ane	s/c	s	s/c	3
<i>Bumelia sartorum</i> Mart.	Sapotaceae	Drupa	C	F	Zoo	s/c	c	c	1
<i>Helicteres mollis</i> K. Schum.	Sterculiaceae	Cápsula	S	Sm	Aut	s/c	s/c	s/c	3
DECÍDUAS									
2^o Grupo: 4 a 6 meses									
<i>Pseudobombax marginatum</i> (A. St.-Hil., Juss. & Camb.) A. Robyns	Bombacaceae	Cápsula	S	Sm	Ane	s/c	s/c	s/c	3
<i>Combretum leprosum</i> Mart.	Combretaceae	Betulídio	S	F	Ane	s/c	c	s/c	2
<i>Croton</i> cf. <i>muscapa</i> Mull. Arg.	Euphorbiaceae	Esquizocarpo	S	Sm	Aut	s/c	c	s/c	2
<i>C. sonderianus</i> Mull. Arg.	Euphorbiaceae	Esquizocarpo	S	Sm	Aut	s/c	c	s/c	2,3
<i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill.	Euphorbiaceae	Esquizocarpo	S	Sm	Aut	s	s	c	2,3
<i>Manihot</i> cf. <i>pseudoglaziovii</i> Pax & H. Hoff.	Euphorbiaceae	Esquizocarpo	S	Sm	Aut	s	s	c	3
<i>Amburana cearensis</i> (Allemão) A. C. Smith	Faboideae	Legume	S	Sm	Ane	s/c	c	s	3
<i>Mimosa tenuiflora</i> Willd. Poir.	Mimosoideae	Legume	S	Sm	Aut	s/c	c	s/c	2
<i>Piptadenia stipulacea</i> (Benth.) Ducke	Mimosoideae	Legume	S	Sm	Aut	s/c	c	s/c	2

* Presença de arilo envolvendo a semente

1 Cápsula folicular

2 Cápsula loculicida

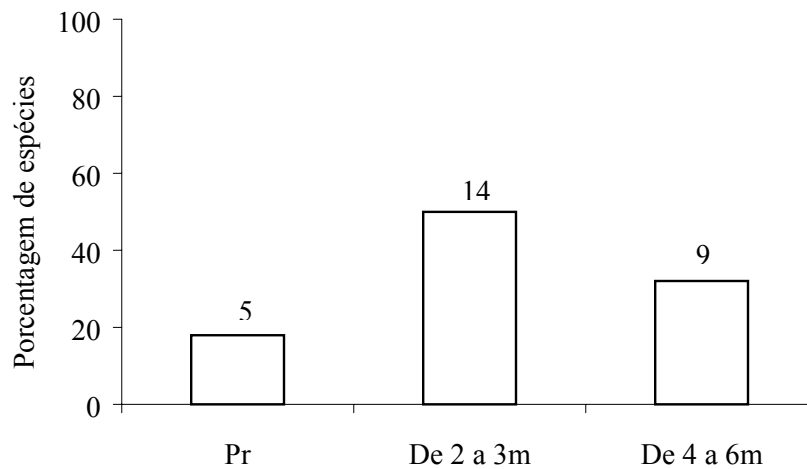


Figura 1. Porcentagem das espécies estudadas por grau de decíuidade. Perenifólias (Pr), decíduas de dois a três meses (De 2 a 3 m) e decíduas de quatro a seis meses (De 4 a 6 m). Número acima das colunas refere-se ao total de espécies.

Floração

Nas 28 espécies trabalhadas, o maior percentual de floração ocorreu na estação chuvosa (janeiro a maio) com 46,4% (13 espécies), seguido da estação seca (junho a dezembro) com 39,3% (11 espécies) (Tabelas 1 e 2).

Considerando-se o percentual de espécies por estação de floração e grau de decíuidade, na estação chuvosa as espécies decíduas de quatro a seis meses apresentaram o maior percentual de floração (67%), seguida das decíduas de dois a três meses (43%) e das perenifólias (20%). Durante a estação seca as perenifólias foram responsáveis pelo maior percentual de floração (60%), seguido das decíduas de dois a três meses (43%) e, por último, das decíduas de quatro a seis meses (22%).

Nas decíduas de dois a três meses, duas espécies (*Aspidosperma pyrifolium* e *Caesalpinia pyramidalis*) apresentaram dois picos de floração nas estações seca e chuvosa, registrados apenas para a zona do agreste pernambucano. Nas demais espécies estudadas ocorreu apenas um pico de floração.

Resumindo, as espécies perenifólias apresentaram 60% de floração na estação seca e 40% nas estações chuvosa e de transição seca/chuvosa. As decíduas de dois a três meses apresentaram 43% das espécies em ambas as estações e 14% nas estações de transição. As decíduas de quatro a seis meses, 67% na estação chuvosa, 22% e 11% nas estações seca e de transição seca/chuvosa, respectivamente (Tabela 2).

Frutificação e síndrome de dispersão

Analisando-se as 28 espécies estudadas de acordo com o modo de dispersão, verificou-se que 47% (13 espécies) foram dispersas por autocoria, seguida de 32% (nove espécies) zoocóricas e 21% (seis espécies) anemocóricas (Figura 2).

Na tabela 3 estão representadas as estações de frutificação, grau de deciduidade e modos de dispersão. Observou-se que os frutos carnosos zoocóricos foram concentrados na estação chuvosa, representados por 60% (três espécies) das perenifólias e 21% (três espécies) de decíduas de dois a três meses. Os demais frutos zoocóricos foram encontrados na estação de transição seca/chuvosa, em uma espécie na categoria das decíduas de dois a três meses (*Commiphora leptophloeos*), dotada de fruto do tipo baga, e nas estações de transição seca e chuvosa/seca, em duas espécies perenifólias, portadoras de frutos secos arilados do tipo cápsula (*Maytenus rigida* e *Capparis flexuosa*), respectivamente (Tabela 1).

As espécies autocóricas concentraram-se nas estações chuvosa e de transição seca/chuvosa e chuvosa/seca representadas por 43% e 77% das espécies decíduas de dois a três meses e quatro a seis meses, respectivamente. Os frutos anemocóricos ocorreram em 25% (três espécies) durante a estação seca, nas duas categorias de plantas decíduas e uma espécie (*Combretum leprosum*) na estação de transição chuvosa/seca, incluída nas decíduas de quatro a seis meses.

Os frutos foram classificados quanto a consistência e peso: carnosos (400 a 33.000 mg), secos arilados (200 a 400 mg), secos pesados (60 a 5.000 mg) e secos leves (< 10 mg) (Tabela 4).

As perenifólias apresentaram 60% (três espécies) de frutos carnosos e 40% (duas espécies) de frutos secos arilados. Os maiores pesos foram registrados para as espécies *Ziziphus joazeiro* (3.320 mg) e *Capparis flexuosa* (460 mg) com frutos carnosos (drupa) e seco arilado cápsula folicular, respectivamente (Tabelas 1 e 4).

Nas espécies decíduas de dois a três meses, 43% (seis espécies) apresentaram frutos carnosos tipo drupa, destacando-se *Spondias tuberosa*, com maior peso entre as espécies analisadas (33.240 mg), e 57% (oito espécies) foram dotadas de frutos secos e pesados, variando de (60 a 5.310 mg), este último peso correspondente a espécie *Caesalpinia ferrea*. As espécies decíduas de quatro a seis meses apresentaram 100% de frutos secos e leves (Figura 3).

Resumindo, nas síndromes de dispersão por grau de deciduidade, as perenifólias apresentaram 100% de zoocoria. Nas

Tabela 2. Porcentagem e número de espécies perenes, decíduas de dois a três meses e decíduas de quatro a seis meses florescendo em cada estação (seca, chuvosa, seca/chuvosa e chuvosa/seca). O número entre parênteses indica o número total de espécies estudadas em cada categoria.

	Estação seca		Estação chuvosa		Estação seca/chuvosa		Estação chuvosa/seca	
	(%)	N	(%)	N	(%)	N	(%)	N
Perenes (5)	60	3	20	1	20	1	—	—
Decíduas de dois a três meses (14)	43	6	43	6	7	1	7	1
Decíduas de quatro a seis meses (9)	22	2	67	6	11	1	—	—

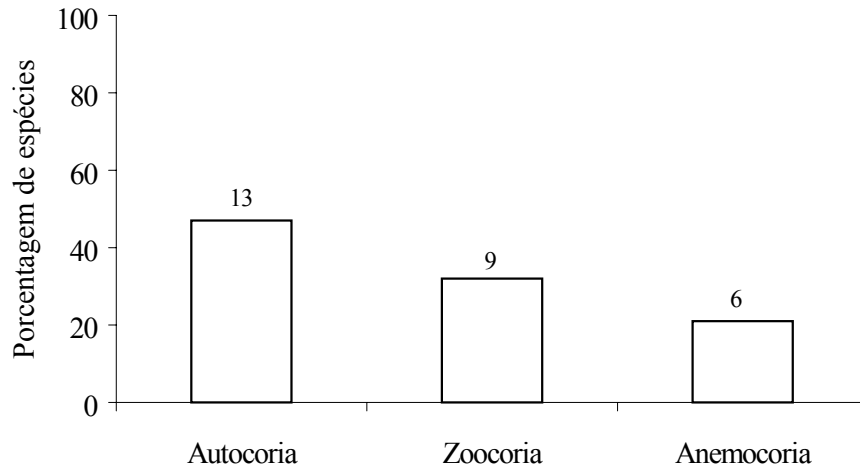


Figura 2. Porcentagem das espécies estudadas por síndromes de dispersão. Número acima das colunas refere-se ao total de espécies.

decíduas de dois a três meses o maior percentual foi para a autocoria (43%), seguido em proporções iguais (28,5%) para a zoocoria e anemocoria. Nas decíduas de quatro a seis meses, o maior percentual também foi para a autocoria 78% e 22% para a anemocoria (Figuras 4 e 5).

Discussão

Estratégias vegetativas

Na Caatinga, os totais pluviométricos variam de 250 a 900 mm (IBGE 1985) com distribuição muito irregular e temperatura elevada, resultando em altas taxas de evaporação e evapo-

Tabela 3. Porcentagem e número de espécies frutificando em cada estação (seca, chuvosa, seca/chuvosa e chuvosa/seca). As espécies foram agrupadas de acordo com o modo de dispersão: zoocoria (Zoo), anemocoria (Ane) e autocoria (Aut). O número entre parênteses indica o número total de espécies estudadas em cada categoria.

	Estação seca			Estação chuvosa			Estação seca/chuvosa			Estação chuvosa/seca			
	Zoo	Ane	Aut	Zoo	Ane	Aut	Zoo	Ane	Aut	Zoo	Ane	Aut	
	% N	% N	% N	% N	% N	% N	% N	% N	% N	% N	% N	% N	
Perenes (5)	20	1	-	60	3	-	-	-	-	-	20	1	-
Decíduas de dois a três meses (14)	-	-	14,3	21,4	3	-	7	1	14	2	29	4	-
Decíduas de quatro a seis meses (9)	-	-	11	-	-	-	-	-	-	-	22,3	2	11

Tabela 4. Peso dos diásporos (mg), síndromes de dispersão e tipos de frutos de algumas espécies perenifólias e decíduas da Caatinga segundo Griz (1996).

Espécie	Peso (mg)	Modo de dispersão	Tipo de fruto
PERENIFÓLIAS			
<i>Capparis flexuosa</i>	460	Zoocoria	Cápsula folicular
<i>Schinopsis brasiliensis</i>	140	Anemocoria	Sâmara
<i>Ziziphus joazeiro</i>	3.320	Zoocoria	Drupa
DECÍDUAS			
1º Grupo: 2 a 3 meses			
<i>Croton sonderianus</i>	< 10	Autocoria	Esquizocarpo
<i>Jatropha mollissima</i>	< 10	Autocoria	Esquizocarpo
2º Grupo: 4 a 6 meses			
<i>Anadenanthera colubrina</i>	60	Autocoria	Folículo
<i>Aspidosperma pyriforme</i>	80	Anemocoria	Folículo
<i>Caesalpinia ferrea</i>	5.310	Autocoria	Legume
<i>Caesalpinia pyramidalis</i>	120	Autocoria	Legume
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	20	Anemocoria	Drupa
<i>Parapiptadenia zehntneri</i>	60	Anemocoria	Legume
<i>Spondias tuberosa</i>	33.240	Zoocoria	Drupa

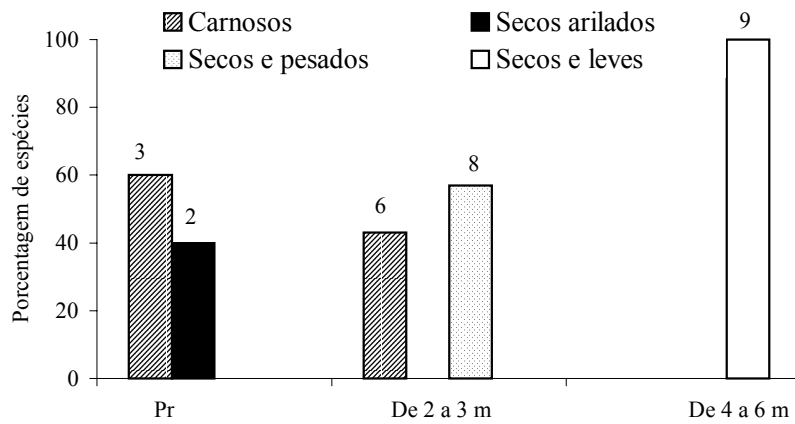


Figura 3. Porcentagem das espécies por grau de deciduidade, consistência dos frutos (carnosos e secos) e peso/mg (pesados e leves). Perenifólias (Pr), decíduas de dois a três meses (De 2 a 3 m) e decíduas de quatro a seis meses (De 4 a 6 m). Número acima das colunas refere-se ao total de espécies.

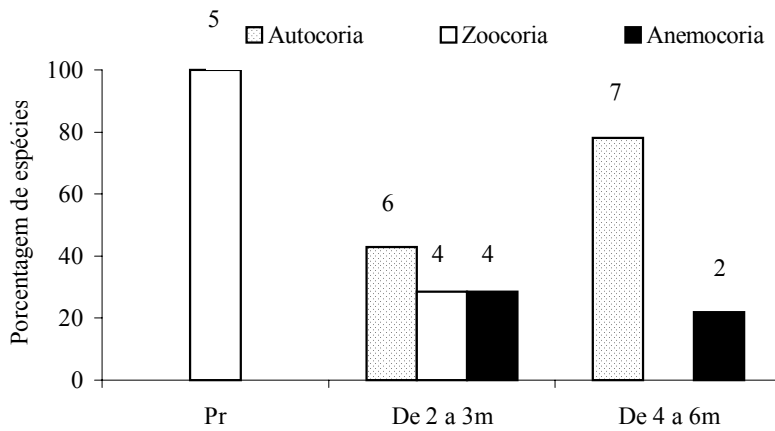


Figura 4. Porcentagem das espécies por grau de deciduidade e síndromes de dispersão. Perenifólias (Pr), decíduas de dois a três meses (De 2 a 3 m) e decíduas de quatro a seis meses (De 4 a 6 m). Número acima das colunas refere-se ao total de espécies.

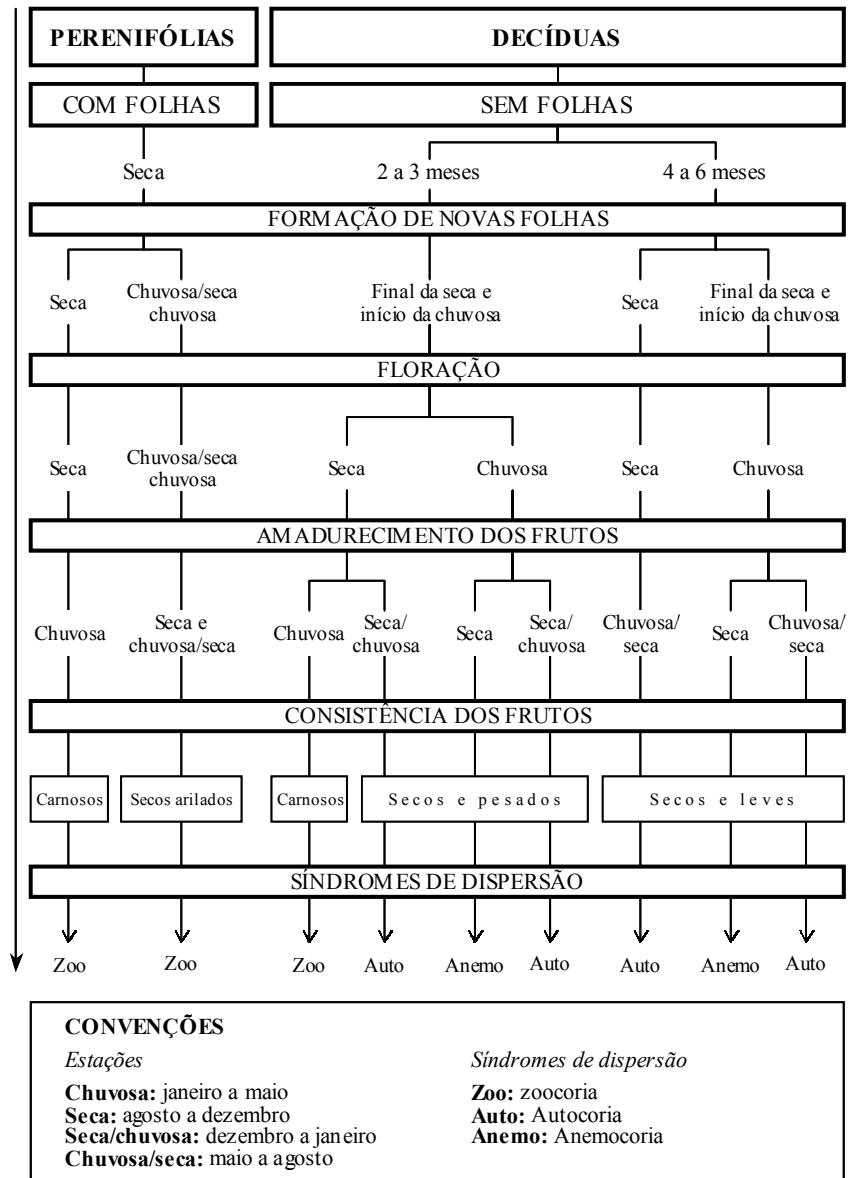


Figura 5. Fenofases vegetativas e reprodutivas de espécies lenhosas da Caatinga.

transpiração (Reis 1976, Nimer 1977). Esses fatores trazem como consequência um clima quente, marcado por uma longa estação seca (sete a nove meses) e uma curta estação chuvosa (três a cinco meses) (Fernandes & Bezerra 1990). Neste ambiente, predominam espécies lenhosas de quatro a 12 metros de altura, que perdem as folhas, em geral, sincronizadas com o período crítico de estiagem. Das 28 espécies analisadas foram registradas 18% perenifólias e 82% decíduas, sendo 14 (50%) com queda de folhas no intervalo de dois a três meses e nove (32%) no intervalo de quatro a seis meses.

É sabido da literatura que as espécies perenifólias da Caatinga habitam os locais de maior disponibilidade hídrica do solo, preferencialmente às margens dos rios e riachos. Ferri (1955) estudando o balanço hídrico de espécies da caatinga de Paulo Afonso (BA), nas épocas de estiagem e de chuva, mencionou que as perenifólias *Ziziphus joazeiro* e *Maytenus rigida*, bem como a decídua facultativa *Bumelia sartorum*, só permaneciam com a folhagem na época de estiagem quando em depressões do solo, nas margens de rios. Barbosa *et al.* (1989) estudando a fenologia dessas espécies em uma área de caatinga no agreste pernambucano, verificaram que as mesmas também foram encontradas às margens de riachos, sob as copas das espécies emergentes como *Myracrodruon urundeuva* e *Schinopsis brasiliensis*. Nessas condições, *Bumelia sartorum* não perdeu as folhas, se comportando como uma espécie perenifólia. Na fase de planta jovem (três a quatro meses) essas três espécies apresentam a raiz principal duas ou três vezes maior que a parte aérea (Barbosa & Barbosa 1996), se assemelhando com as características da planta adulta, exigindo um investimento inicial maior nessas estruturas. Essa maior proporção de biomassa radicular é uma característica das plantas de áreas semi-áridas (Holbrook *et al.* 1995). *Schinopsis brasiliensis* comportou-se também como decídua facultativa, não perdendo as folhas no agreste (Barbosa *et al.* 1989), mas com perda

total no sertão, em plena estação seca (dezembro), com intensa frutificação (Barbosa observ. pessoal).

Luetzelburg (1922, 1923) encontrou nas margens de um açude no sertão da Paraíba, um exemplar de *Licania rigida* Benth. (Chrysobalanaceae) “oiticica”, com raiz principal de 18 metros de profundidade. Oliveira & Labouriau (1961b) teceram comentários sobre o fato, alegando a possibilidade dessa espécie combinar características de sensíveis mecanismos de restrição à transpiração, com um sistema radicular profundo, cobrindo maior área do solo e permitindo, assim, bom suprimento aos seus mecanismos de absorção e transporte de água. Moreira (1996) confirmou a presença dessa espécie nas margens de um rio seco, no Município de Sousa (PB).

Sobrado & Cuenca (1979) estudaram em um bosque seco da Venezuela o sistema radicular das perenifólias *Capparis verrucosa* e *Morisonia americana*, ambas Capparaceae, e confirmaram o sistema radicular profundo dessas espécies, dotadas de uma raiz principal. Esses autores argumentaram que essas espécies perenifólias se comportavam como uma estratégia adaptativa a habitats oligotróficos e a existência das mesmas em zonas áridas poderia ser atribuída à presença de estruturas de armazenamento de água, redução da superfície foliar e a exploração de nichos onde a disponibilidade hídrica é maior. Comentaram, ainda, que a menor abundância das perenifólias, pode estar relacionada ao custo energético para o desenvolvimento de raízes profundas e folhas de menor área foliar específica.

Oliveira & Labouriau (1961a, b) e Labouriau *et al.* (1961) observaram que exemplares com mais de 20 anos de *Ziziphus joazeiro*, *Licania rigida* e *Capparis yco*, aclimatados no Jardim Botânico do Rio de Janeiro, não perdiam as folhas durante o ano, permanecendo com hábito perenifólio, como ocorre em geral na

Caatinga. Ferri (1955) verificou no final da estação seca (dezembro), na caatinga de Paulo Afonso (BA), a persistência das folhas de *Z. joazeiro*, quando, nessa época, a maioria das plantas já as havia perdido. Andrade-Lima (1989) menciona que o “bom-nome”, *Maytenus rigida*, da mesma forma que o juazeiro, mantém a folhagem na época de estiagem, só a perdendo, a exemplo do juazeiro, no rigor da seca mais intensa. Ferri (1955) ao realizar a anatomia das folhas de *M. rigida* detectou a presença de uma cutícula muito espessa, confirmado por Santos & Grisi (1976). Andrade-Lima (1989) ao descrever essa espécie, referiu a presença de um limbo coriáceo e borda espinescente-serreada, portanto, característica de esclerófila (Medina 1995). No geral, as espécies perenifólias aqui citadas, ocorrem tanto em área de caatinga quanto em área de brejo de altitude (800 a 1000m) na região semi-árida, segundo *checklist* efetuado para o Estado de Pernambuco (Sales *et al.* 1998).

Entre as decíduas, Oliveira & Labouriau (1961a) verificaram que o exemplar de *Caesalpinia pyramidalis* apresentava hábito perenifólio no Jardim Botânico do Rio de Janeiro. O mesmo foi observado no litoral do Município de Jaboatão dos Guararapes, PE, onde *C. pyramidalis* também não perdeu as folhas, florescendo e frutificando o ano inteiro e produzindo flores e frutos de tamanho pequeno em relação a espécie *in loco*, porém com sementes de tamanho normal e bem estruturadas (observação pessoal de DCAB). Nas margens da represa da Usina Hidroelétrica de Xingó (estados de Alagoas e Sergipe), onde a umidade é maior, *C. pyramidalis* e *Aspidosperma pyriformium* também não perderam a folhagem, produzindo folhas novas em plena estação seca (outubro-dezembro), comportando-se como uma perenifólia (observação pessoal de DCAB durante quatro anos de viagens 1996 a 2000 para a região semi-árida de Xingó).

Lima (1994) estudou o sistema radicular de cinco espécies arbóreas decíduas da caatinga de Alagoinha (PE), assim distribuídas: três Anacardiaceae (*Spondias tuberosa*, *Myracrodruon urundeuva* e *Schinopsis brasiliensis*) e duas Leguminosae (*Anadenanthera colubrina* e *Parapiptadenia zehntneri*). Todas as espécies apresentaram sistema radicular pouco profundo, em torno de 40 cm, apresentando raiz principal na fase adulta, com exceção de *A. colubrina* e *S. tuberosa*, essa última dotada de tuberosidade nas raízes laterais. Na fase jovem todas apresentavam tuberosidade na raiz principal com a presença de fibras gelatinosas, que persistiam até a fase adulta, com exceção de *M. urundeuva*. O autor considerou essas fibras armazenadoras de água um caráter xeromorfo para as plantas da Caatinga, possivelmente presente na maioria das espécies. Barbosa (1980) verificou comportamento semelhante em *Anadenanthera colubrina* na fase de plantas jovens em condições de campo e casa de vegetação, constatando em escavações realizadas em solo de caatinga de Sertânia (PE), que um exemplar com cerca de dois anos de idade ainda apresentava tuberosidade nas raízes laterais. Este fato não foi registrado na fase adulta por Lima (1994), podendo-se deduzir que na fase jovem, tais plantas desenvolvem potencialidades mais favoráveis à estruturação de estratégias mais eficientes e imediatas à sua defesa e permanência em ambientes adversos. Daí as fibras gelatinosas serem estruturas formadas na fase jovem, pois na maioria das espécies que as apresentam, essas estruturas não existem na fase adulta.

Sobrado & Cuenca (1979) continuando os estudos no bosque seco da Venezuela com as espécies decíduas *Lonchocarpus dipteroneurus* (Leguminosae) e *Mansoa verrucifera* (Bignoniaceae), verificaram que as mesmas possuíam sistema radicular fibroso, muito superficial. Medina *et al.* (1985), analisando aspectos ecofisiológicos para as espécies das regiões

áridas e semi-áridas da América do Sul, chegaram à conclusão que a coexistência de espécies perenifólias e decíduas é determinada pela disponibilidade de água no solo durante a estação seca.

Medina (1995) identificou as formas de vida e de crescimento das plantas superiores de florestas tropicais secas. Usando a sua classificação, as espécies aqui analisadas estão agrupadas entre as lenhosas, com formas de vida na categoria de árvores e arbustos, sendo subdivididas em perenifólias, decíduas obrigatórias ou facultativas e decíduas suculentas.

De acordo com as características morfológicas e os atributos funcionais das plantas, as perenifólias são classificadas como esclerófilas e as decíduas mesófilas. No que diz respeito às formas de crescimento e respectivos gêneros, pode-se identificar o gênero *Capparis* como perenifólio. No que concerne às decíduas obrigatórias ou facultativas, pode-se referir ao gênero *Bumelia*. Com relação às decíduas suculentas, os gêneros *Bursera*, *Jatropha*, *Manihot* e *Spondias* são exemplos.

Medina (1995) explica que as espécies decíduas com caule suculento são muito frequentes em áreas secas e estão incluídas nas famílias das Cactaceae e vários gêneros das Anacardiaceae, Bombacaceae, Burseraceae, Caricaceae, Cochlospermaceae, Convolvulaceae, Euphorbiaceae e Leguminosae. Neste grupo são encontradas as árvores de baixo peso específico de madeira, árvores com armazenamento de água e arbustos suculentos. Caracterizam-se por apresentar relações hídricas estáveis e caducifolia. As plantas com caule suculento possuem caule verde com metabolismo CAM (maioria das Cactaceae) e casca contendo clorofila, encontradas nos gêneros *Bursera*, *Manihot* e *Pereskia*.

Na relação das espécies da Caatinga apresentadas neste capítulo entre as decíduas suculentas, encontram-se *Jatropha*

mollissima (Euphorbiaceae), com reserva de água no caule, e *Spondias tuberosa* (Anacardiaceae), com tuberosidade nas raízes laterais, com reserva de água e amido (Lima 1994). Ferri (1955) registrou em um exemplar adulto de *Manihot* cf. *pseudoglaziovii*, tuberosidade nas raízes laterais. Entre os exemplares que apresentam casca verde do gênero *Bursera*, encontra-se *Commiphora leptophloeos* (sinonímia *Bursera leptophloeos*).

Luethzelburg (1922, 1923), Ferri (1955) e Duque (1973) registraram a presença de caules suculentos nas plantas jovens de *Jatropha urens* (cansanção), *Jatropha pohliana* (pinhão bravo) e *Jatropha pyllacantha* (faveleira) (todas Euphorbiaceae).

Floração

O grau de decíduidade das florestas tropicais secas cria mosaicos temporários e espaciais dentro de microambientes durante a estação seca, proporcionados pela chegada da serapilheira e radiação no substrato da vegetação (Bullock & Solís-Magallanes 1990, Justiniano & Fredericksen 2000). Esse grau de decíduidade observado nas plantas da Caatinga e aqui analisado, mostrou que elas apresentam comportamentos diferenciados quanto à floração, especialmente aquelas que florescem durante a estação seca. Tal fato se justifica porque a sazonalidade da fenologia de árvore de região tropical é determinada, principalmente, pela duração e intensidade da estação seca, tendo em vista que a variação anual da temperatura e do fotoperíodo é pequena em baixas altitudes (Murphy & Lugo 1986, Mooney *et al.* 1995). As espécies que formam folhas novas e florescem na estação seca apresentam ritmos endógenos só possíveis se há acúmulo de carbono e reserva de nutrientes durante a estação chuvosa que são translocados para os órgãos reprodutivos durante a estação seca (Larcher 2000). Segundo Janzen (1970) e Mantovani & Martins (1988), a floração

na estação seca ainda pode ser vista como uma estratégia para tornar as flores mais aparentes para os polinizadores.

Nas perenifólias a floração ocorreu em 60% das espécies na estação seca, indicando disponibilidade de água no solo, com a presença de sistema radicular profundo. Essa estratégia justifica as espécies permanecerem com folhas e poderem trocar suas folhas velhas por novas durante esse período de estiagem, comportando-se como as espécies de florestas tropicais úmidas (Frankie *et al.* 1974, Richer & Borchert 1984, Lieberman 1984, Morellato *et al.* 1989, Morellato & Leitão-Filho 1990). As espécies perenifólias representam 18% do total analisado e esse baixo percentual se deve ao alto custo energético para mantê-las nesse ecossistema. A quantidade de chuva nas áreas estudadas é razoável, com média anual variando de 680 a 750 mm, porém a deficiência hídrica é provocada pela distribuição irregular das chuvas, concentradas em dois a quatro meses durante o ano, bem como pelos solos pouco profundos, sem condições de armazenamento de água. A combinação de chuva e armazenamento para definir disponibilidade hídrica até o momento é um tema praticamente não abordado para a região semi-árida do nordeste do Brasil (Menezes & Sampaio 2000).

Nas decíduas o sistema radicular é superficial e as espécies experimentam déficit hídrico temporário na época seca. Nas decíduas de dois a três meses, 43% das espécies florescem na estação seca e apresentam os dois mecanismos fenológicos citados por Borchert (1996) para as árvores das florestas neotropicais secas com floração durante a estação seca. No primeiro mecanismo as plantas perdem totalmente as folhas, florescendo logo em seguida e produzindo novas folhas durante o final da estação seca (dezembro) e início da estação chuvosa (janeiro). Essa estratégia só é possível nas plantas que apresentam caules ou raízes com reserva de água,

sugerindo ritmos de crescimento independente da disponibilidade de água no solo. De posse dessas adaptações, as plantas podem suportar desidratação, para um rápido retorno às atividades fenológicas com o reinício da disponibilidade de água (Menezes & Sampaio 2000). Esse mecanismo foi registrado nas espécies *Spondias tuberosa* e *Commiphora leptophoeos*. Borchert (1996) mencionou nessa categoria as espécies de *Spondias purpurea* e *Bursera simarouba*. Ainda segundo esse autor, essas árvores com caules suculentos são as pioneiras de sítios mais secos. Nesse grupo ainda são registrados para a Caatinga *Myracrodruon urundeuva* e *Parapiptadenia zehntneri*, ambas possuindo sistema tuberoso com reserva de água e presença de fibra gelatinosa durante a fase de planta jovem, mas perdendo essas adaptações na fase adulta no caso de *M. urundeuva* (Lima 1994). Borchert (1996) menciona a espécie *Tabebuia impetiginosa* com floração após a queda de suas folhas grandes, seguida de reidratação dos caules das árvores em sítios mais úmidos durante a estação seca (Costa Rica). No segundo mecanismo fenológico citado por Borchert (1996) estão as plantas que florescem sem a perda total das folhas. A formação de novas folhas ocorre após a floração, durante o final da estação seca e início da chuvosa. Esse fato foi observado com as espécies de *Caesalpinia pyramidalis* e *Aspidosperma pyriformium* que apresentaram dois picos de floração no agreste pernambucano, um na estação seca e outro na chuvosa (Barbosa *et al.* 1989), comportamento não observado nas áreas do sertão (Moreira 1996, Machado *et al.* 1997). Trata-se, portanto, de uma estratégia reprodutiva que as capacitam a sobreviver nos diferentes ambientes de maior ou menor déficit hídrico, tanto é que são consideradas as espécies mais abundantes e freqüentes na Caatinga. Segundo Borchert (1996), as plantas que apresentam tal comportamento estão submetidas a estresse moderado, citando como exemplo *Cordia alliodora*. Nas decíduas de quatro a seis meses apenas duas

espécies floresceram na estação seca, *Jatropha mollissima* e *Manihot* cf. *pseudoglaziovii*, ambas dotadas de caule suculento e casca verde, sendo a segunda portadora de raízes tuberosas laterais (Ferri 1955). Diante dos fatos aqui discutidos, pode-se deduzir que essas adaptações serviram para antecipar o período de floração e formação de novas folhas nas espécies desse grupo.

A seguir será discutido o comportamento das espécies que florescem na estação chuvosa e não apresentam caules e raízes com reserva hídrica. Essas plantas sofrem mais intensamente os efeitos da desidratação durante a estação seca, perdendo totalmente as folhas, e assim permanecendo até o final do período de estiagem. Com o início da estação chuvosa (janeiro), estas espécies florescem e formam, de imediato, novas folhas, podendo-se sugerir que são mais dependentes da água.

Nas decíduas de dois a três meses, 43% florescem na estação chuvosa, destacando-se a espécie *Anadenanthera colubrina*, que possui, na fase de planta jovem, sistema tuberoso e presença de fibras gelatinosas. Na fase adulta perde a tuberosidade, permanecendo apenas as fibras gelatinosas (Barbosa 1980, Lima 1994). Silva (1998) estudou a fenologia de 10 indivíduos adultos dessa espécie em uma área de caatinga no agreste pernambucano e verificou que 70% apresentaram um pico de floração na estação chuvosa (abril-maio) e 30% dois picos, um em cada estação. A autora constatou que esses indivíduos localizavam-se próximos a um riacho que existia na área estudada, confirmando, assim, a influência dos microambientes mais secos e mais úmidos nos processos reprodutivos (Bullock 1995, Justiniano & Fredericksen 2000).

Nas decíduas de quatro a seis meses 77% das espécies florescem nessa estação, tendo em vista o alto grau de estresse que

experimentam sem a cobertura vegetal em um período mais prolongado.

Frutificação e síndrome de dispersão

Na Caatinga, os trabalhos de fenologia realizados até o momento, limitam-se à vegetação arbustivo-arbórea, com escassas informações sobre a vegetação herbácea (Oliveira *et al.* 1988, Barbosa *et al.* 1989, Pereira *et al.* 1989, Griz 1996, Moreira 1996, Machado *et al.* 1997, Griz & Machado 2001, Barbosa *et al.* 2002, Griz *et al.* 2002).

Wikander (1984), estudando os mecanismos de dispersão de acordo com a estratificação em um bosque seco da Venezuela, distinguiu três estratos: superior, médio inferior. Este autor constatou que nos dois primeiros estratos ocorria os três modos de dispersão (zoocoria, autocoria e anemocoria), enquanto no estrato inferior, apenas a zoocoria. A diferença nos dois primeiros estratos era que a anemocoria e a zoocoria predominavam nos estratos superior e médio, respectivamente. Resultados semelhantes foram obtidos em uma floresta mesófila semidecídua na serra do Japi, São Paulo (Morellato & Leitão-Filho 1992), em Cerrado (Batalha *et al.* 1997, Batalha & Mantovani 2000) e em outras florestas secas tropicais (Frankie *et al.* 1974, Lieberman 1984, Lampe *et al.* 1992, Borckert 1996).

Em se tratando do ecossistema Caatinga não se pode falar em estratificação, pois o que ocorre é uma vegetação arbustivo-arbórea, com altura média de cinco a 10 metros (Sampaio 1996) com predomínio da dispersão por zoocoria (*cf.* Griz *et al.* 2002), e algumas árvores emergentes variando em altura de sete a 15 metros (Araújo *et al.* 1995) com predomínio de dispersão por anemocoria. Fato registrado para as espécies de *Myracrodruon urundeuva*, *Schinopsis brasiliensis* (Anacardiaceae), *Parapiptadenia zehntneri*

(Leguminosae), *Tabebuia impetiginosa* e *Tabebuia aurea* (Bignoniaceae), *Cavanillesia arborea* e *Chorisia glaziovii* (Bombacaceae) e *Anadenanthera macrocarpa* (*A. colubrina*) (Leguminosae) com dispersão do tipo autocórica (barocórica). Segundo Wikander (1984) a autocoria não apresenta correlação com a estratificação, podendo ocorrer nos estratos superior e médio, em proporções variadas.

Barbosa *et al.* (2002) e nesta revisão, registraram a autocoria como o modo de dispersão predominante para a Caatinga (ver também Capítulo 13 deste volume). Isto se justifica pelo fato de não se incluir nesses levantamentos a família Cactaceae, cujas espécies são 100% zoocóricas. As famílias de espécies lenhosas mais representativas da Caatinga são: Leguminosae, Euphorbiaceae, Solanaceae e Asteraceae (Sampaio 1996, Rodal & Melo 1999), sendo a autocoria o modo de dispersão dominante nas duas primeiras famílias (Barbosa *et al.* 2002).

Deve-se acrescentar que nesses levantamentos sobre síndromes de dispersão com as espécies da Caatinga, houve predomínio para a zona do agreste, transição de mata úmida para a Caatinga, justificando-se a maior frequência para a dispersão zoocórica (Barbosa *et al.* 1989, Griz & Machado 2001). Barbosa *et al.* (2002) realizaram estudos para a vegetação de caatinga do Estado de Pernambuco e verificaram dominância da zoocoria para as zonas do agreste e anemocoria para o sertão, sugerindo a existência de um gradiente de distribuição de plantas lenhosas zoocóricas dentro da distribuição da Caatinga: 250 a 900 mm de chuva/ano (IBGE 1985, ver também Capítulo 13 deste volume). Dentre as espécies zoocóricas estudadas nessa revisão, representadas por perenifólias (100%) e decíduas de dois a três meses (21,4%), a maioria se encontra referida no *checklist* efetuado para os brejos de altitude de Pernambuco (Sales *et al.* 1998),

comprovando ainda mais a dependência desse gradiente de umidade. Das 936 espécies citadas na listagem, 135 (14,2%) são comuns à Caatinga e aos brejos, sendo 36 (26,6%) com dispersão zoocórica.

Quanto à deciduidade tratada neste trabalho, o que se pode deduzir é que nas perenifólias os frutos foram 100% zoocóricos, dos tipos carnosos e seco arilado, produzidos durante a estação chuvosa. Nas decíduas de dois a três meses, representadas por 50% das espécies analisadas, foram observados os três modos de dispersão, com predomínio dos frutos autocóricos (67%), dispersos em sua maioria na estação de transição seca/chuvosa e dos frutos zoocóricos (21%), dispersos durante a estação chuvosa. Nessa categoria concentraram-se os frutos carnosos e secos pesados (50 a 32.320 mg), com maturação mais prolongada, chegando a atingir seis a sete meses, como é o caso de *Anadenanthera colubrina* (Silva 1998). Nas decíduas de quatro a seis meses estavam presentes, apenas, dois modos de dispersão: a autocoria (77%) e a anemocoria (23%). A perda de folhas em um período mais longo favoreceu a deiscência e a desidratação dos frutos, concentrando-se nessa categoria os secos e leves (< 10 mg), com período de maturação mais curto, dispersos nas estações de transição chuvosa/seca e seca. Fato também observado por Lampe *et al.* (1992) para os bosques secos tropicais da Venezuela.

Conclusões

As espécies estudadas apresentam dois picos nas fenofases de brotamento, floração e frutificação, um na estação chuvosa e outro na seca, com maior intensidade na estação chuvosa. Os frutos carnosos e secos arilados (zoocóricos) são produzidos nas estações chuvosa e seca, respectivamente, os frutos autocóricos nas estações de transição seca/chuvosa e chuvosa/seca e os anemocóricos na

estação seca. A autocoria é o modo de dispersão dominante, seguido, em proporções iguais, pela zoocoria e anemocoria. As estratégias fenológicas vegetativas das plantas lenhosas da Caatinga estão mais condicionadas ao clima e as reprodutivas à dependência da disponibilidade de água no solo, durante a estação seca. O grau de deciduidade durante a estação seca cria microambientes mais úmidos e mais secos, propiciando estratégias diferenciadas entre as espécies. As espécies que florescem na estação seca indicam menor dependência da água em relação as que florescem na estação chuvosa, sugerindo ritmos endógenos provenientes das adaptações morfo-anatômicas e fisiológicas.

A floração na estação seca, ocorre em 60%, 43% e 22% das perenifólias, decíduas de dois a três meses e decíduas de quatro a seis meses, respectivamente. A floração na estação chuvosa em 67%, 43% e 20% das decíduas de quatro a seis meses, decíduas de dois a três meses e perenifólias, respectivamente. Os frutos carnosos (zoocóricos) são concentrados nas perenifólias e decíduas de dois a três meses. Os frutos secos e pesados (50 a 5000 mg) nas decíduas de dois a três meses e os secos e leves (< 10 mg) nas decíduas de quatro a seis meses, características para essa última categoria as espécies das famílias Euphorbiaceae e Leguminosae.

A coexistência das perenifólias e decíduas está, portanto, na dependência da disponibilidade de água no solo durante a estação seca.

Recomendações

Necessário se faz dar continuidade aos estudos fenológicos com espécies lenhosas e herbáceas da Caatinga, relacionando os fatores bióticos e abióticos e a interrelação entre as fases caracterizadas por esses eventos. Em especial, deve-se focalizar a influência de gradientes de umidade nos processos reprodutivos,

sejam eles: de sítios mais e menos úmidos dentro de uma mesma área, entre as zonas do agreste e do sertão, ou entre caatinga e brejos de altitude. Isto se justifica levando-se em consideração que o conhecimento das flutuações sazonais das plantas tem sido considerado essencial do ponto de vista ecológico, tendo em vista suas implicações nas análises de organização e dinâmica de comunidades e ecossistemas, bem como para as interações animal-planta como polinização, dispersão e predação de sementes (Janzen 1970, Howe & Smallwood 1982, Howe 1990). Esses conhecimentos poderão servir de subsídios para implementação de programas de manejo e conservação desse ecossistema, único no Brasil e no mundo, e um dos mais ameaçados, possuindo grandes áreas devastadas e algumas já em processo de desertificação. Por exemplo: as espécies arbóreas perenifólias e decíduas que habitam as margens de riachos e rios secos, poderiam ser indicadas para programas de florestamento e reflorestamento das matas ciliares ou de galerias, principalmente no rio São Francisco, onde é grande o assoreamento das margens em suas nascentes.

Agradecimentos

Aos Professores José Luiz de Hamburgo Alves e Isabel Cristina Sobreira Machado pela revisão e sugestões efetuadas ao manuscrito, pertencentes ao Departamento de Botânica/UFPE.

Referências Bibliográficas

- ANDRADE-LIMA, D. 1989. *Plantas das caatingas*. Academia Brasileira de Ciências. Rio de Janeiro.
- ARAÚJO, E. L., E. V. S. B. SAMPAIO & M. J. N. RODAL. 1995. Composição florística e fitossociológica de três áreas de caatinga de Pernambuco. *Revista Brasileira de Biologia* 55: 595-607.

- BARBOSA, D. C. A. 1980. *Estudos ecofisiológicos em Anadenanthera macrocarpa (Benth.) Brenan. - aspectos da germinação e crescimento.* São Paulo, Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- BARBOSA, D. C. A. & M. C. A. BARBOSA. 1996. Crescimento e estabelecimento de plantas. Pp 173-177 in: E. V. S. B. Sampaio, S. J. Mayo & M. R. V. Barbosa (eds.) *Pesquisa Botânica Nordestina: Progresso e Perspectivas.* Sociedade Botânica do Brasil, Seção Regional de Pernambuco, Recife.
- BARBOSA, D. C. A., J. L. H. ALVES, S. M. PRAZERES & A. M. A. PAIVA. 1989. Dados fenológicos de 10 espécies arbóreas de uma área de Caatinga (Alagoinha - PE). *Acta Botanica Brasilica* 3 :109-117.
- BARBOSA, D. C. A.; P. G. G. SILVA & M. C. A. BARBOSA. 2002. Tipos de frutos e síndromes de dispersão de espécies lenhosas da caatinga de Pernambuco. Pp 609-621 in: M. Tabarelli & J. M. C. Silva (eds.) *Diagnóstico da Biodiversidade de Pernambuco*, vol. 2. SECTMA e Editora Massagana, Recife.
- BARROSO, G. M., M. P. MORIM, A. L. PEIXOTO & C. L. F. ICHASO. 1999. *Frutos e sementes. Morfologia aplicada à sistemática de Dicotiledôneas.* Editora Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- BATALHA, M. A., S. ARAGAKI & W. MANTOVANI. 1997. Variações fenológicas das espécies do cerrado em Emas- (Pirassununga, SP). *Acta Botanica Brasilica* 11: 61-78.
- BATALHA, M. A. & W. MANTOVANI. 2000. Reproductive phenological patterns of cerrado plant species at the Pé-de- Gigante Reserve (Santa Rita do Passa Quatro, SP, Brazil): a comparison between the herbaceous and woody floras. *Revista Brasileira de Biologia* 60: 129-145.
- BORCHERT, R. 1996. Phenology and flowering periodicity of Neotropical dry forest species: evidence from herbarium collections. *Journal of Tropical Ecology* 12: 65-80.

D. C. A. Barbosa et al.

- BULLOCK, S. H. & J. A. SOLÍS-MAGALLANES. 1990. Phenology of canopy trees of a tropical deciduous forest in México. *Biotropica* 22: 22-35.
- BULLOCK, S. H. 1995. Plant reproduction in neotropical dry forests. Pp 277-303 *In: S. H. Bullock, H. A. Mooney & E. Medina (eds.) Seasonally dry tropical forests.* Cambridge University Press, Cambridge.
- CESTARO, L. A., G. F. C. LIMA, M. E. FREITAS & J. D. O. FREITAS. 1989. Caracterização fenológica de algumas espécies arbustivo-arbóreas da Caatinga do Seridó Norte-Rio-Grandense. Pp 88 *in: Anais do XL Congresso Nacional de Botânica, Cuiabá, Brasil.*
- DUQUE, J. G. 1973. *O Nordeste e as lavouras xerófilas.* 2ª edição. Banco do Nordeste, S.A., Fortaleza.
- FERNANDES, A. & P. BEZERRA. 1990. *Estudos fitogeográficos do Brasil.* Editora Stylus Comunicações, Fortaleza.
- FERRI, M. G. 1955. Contribuição ao conhecimento da ecologia do cerrado e da caatinga. Estudo comparativo da economia d'água de sua vegetação. *Boletim da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras da Universidade de São Paulo*, nº 195, Botânica 12: 1-170.
- FRANKIE, G. W., H. G. BAKER, & P. A. OPLER. 1974. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. *Journal of Ecology* 62: 881-913.
- GRIZ, L. M. S. 1996. *Dispersão de sementes na caatinga de Pernambuco, Nordeste do Brasil.* Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- GRIZ, L. M. & I. C. S. MACHADO. 2001. Fruiting phenology and seed dispersal syndromes in caatinga, a tropical dry forest in the northeast of Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 17: 303-321.
- GRIZ, L. M., I. C. S. MACHADO & M. TABARELLI. 2002. Ecologia de dispersão de sementes: progressos e perspectivas. Pp 597-608 *in: M. Tabarelli & J.*

- M. C. Silva (eds.) *Diagnóstico da Biodiversidade de Pernambuco*, vol 2. SECTMA e Editora Massagana, Recife.
- HOWE, H. F. 1990. Seed dispersal by birds and mammals: implications for seedling demography. Pp 191-218 in: K. S. Bawa & M. Hadley (eds.) *Reproductive ecology of tropical forest plants. Man and the Biosphere, series, vol 7*. UNESCO, Paris & Parthenon Publishing Group, Carnforth, UK.
- HOWE, H. F. & J. SMALLWOOD. 1982. Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics* 13: 201-228.
- HOLBROOK, N. M., J. L. WHITBECK & H. A. MOONEY. 1995. Drought responses of neotropical dry forest trees. Pp 243-276 in: S. H. Bullock, H. A. Mooney & E. Medina (eds.) *Seasonally dry tropical forests*. Cambridge University Press, Cambridge.
- IBGE. 1985. *Atlas nacional do Brasil: Região Nordeste*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro.
- JACOMINE, P. K. T., A. C. CAVALCANTE, N. BURGOS, S. C. P. PESSOA & C. O. SILVEIRA. 1973. Levantamento exploratório - reconhecimento de solos do Estado de Pernambuco. Vol. 1. *Boletim Técnico* 26, Série Pedologia, Nº 14, Recife.
- JANZEN, D. 1970. Herbivores and the number of tree species in tropical forest. *American Naturalist* 104: 501-528.
- JUSTINIANO, M. J. & T. S. FREDERICKSEN. 2000. Phenology of tree species in Bolivian dry forests. *Biotropica* 32: 276-281.
- LABOURIAU, L. G., J. G. B. OLIVEIRA & G. V. ZAUZA. 1961. Transpiração de algumas plantas da caatinga aclimatadas no Jardim Botânico do Rio de Janeiro II- Comportamento de *Capparis yco* Mart. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 33: 375-385.

D. C. A. Barbosa et al.

- LAMPE, M. G., Y. BERGERON, R. MCNEIL & A. LEDUC. 1992. Seasonal flowering and fruiting patterns in tropical semi-arid vegetation of Northeastern Venezuela. *Biotropica* 24: 64-76.
- LARCHER, W. 2000. As influências do ambiente sobre o crescimento e sobre o desenvolvimento. Pp 295-340 in: C. H. B. A. Prado (trad.) *Ecofisiologia Vegetal*. RiMa, São Carlos.
- LIEBERMAN, D. 1982. Seasonality and phenology in a dry tropical forest in Ghana. *Journal of Ecology* 70: 791-806.
- LIMA, R. S. 1994. *Estudo morfo-anatômico do sistema radicular de cinco espécies arbóreas de uma área de caatinga do município de Alagoinha-PE*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- LUETZELBURG, P. 1922-23. *Estudos botânicos do Nordeste*. Inspectorias de Obras Contra Secas. Publicação Nº 57, Série I-A e 3 V, Rio de Janeiro.
- MACHADO, I. C. S., L. M. BARROS & E. V. S. B. SAMPAIO. 1997. Phenology of caatinga species at Serra Talhada, PE, Northeastern Brazil. *Biotropica* 29: 57-68.
- MARÍN, D. & E. MEDINA. 1981. Duración foliar, contenido de nutrientes esclerofilia en arboles de un bosque muy seco tropical. *Acta Científica Venezolana* 32: 508-514.
- MANTOVANI, W. & F. R. MARTINS. 1988. Variações fenológicas das espécies do cerrado da Reserva Biológica de Moji Guaçu, Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Botânica* 11: 101-112.
- MEDINA, E. 1995. Diversity of life forms of higher plants in neotropical dry forest. Pp.221-242 in: S. H. Bullock, H. A. Mooney & E. Medina (eds.) *Seasonally dry tropical forests*. Cambridge University Press, Cambridge.
- MEDINA, E., E. OLIVARES & D. MARÍN. 1985. Eco-physiological adaptations in the use of water and nutrients by woody plants of arid and semi-arid tropical regions. *Symposium: Meio Ambiente* 7: 91-102.

16. Fenologia de Espécies da Caatinga

- MENEZES, R. S. C. & E. V. S. B. SAMPAIO. 2000. Agricultura sustentável no semi-árido nordestino. Pp 20-46 in: T. S.Oliveira, R. N. Assis Júnior, R. E. Romero & J. R. C. Silva (eds.) *Agricultura, sustentabilidade e o semi-árido*. UFC/Viçosa e Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Fortaleza.
- MOONEY, H. A., S. H. BULLOCK & E. MEDINA. 1995. Introduction. Pp 1-8 in: S. H. Bullock, H. A. Mooney & E. Medina (eds.) *Seasonally dry tropical forests*. Cambridge University Press, Cambridge.
- MORAES, J. M. F. 2002. *Efeitos de diferentes níveis de água na germinação e no crescimento de Myracrodruon urundeuva Allemão (Anacardiaceae)*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- MOREIRA, H. M. 1996. *Estudos fenológicos em um remanescente de caatinga no sertão paraibano*. Monografia de Bacharelado em Ciências Biológicas, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.
- MORELLATO, L. P. C., R. R. RODRIGUES, H. F. LEITÃO-FILHO & C. A. JOLY. 1989. Estudo comparativo da fenologia de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semidecídua na Serra do Japi, Jundiá, São Paulo. *Revista Brasileira de Botânica* 12: 85-98.
- MORELLATO, L. P. C. & H. F. LEITÃO-FILHO. 1990. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta mesófila na Serra do Japi, Jundiá, São Paulo. *Revista Brasileira de Biologia* 50: 163-173.
- MORELLATO, L. P. C. & H. F. LEITÃO-FILHO. 1992. Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. Pp 112-141. In: L.P.C. Morellato (ed.) *História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil*. Editora da UNICAMP/FAPESP, Campinas.
- MURPHY, P. G. & A. E. LUGO. 1986. Ecology of tropical dry forest. *Annual Review of Ecology and Systematics* 17: 67-88.
- NIMER, E. 1977. Clima. Pp 47-84 in: *Geografia do Brasil. Região Nordeste*. Fundação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro.

D. C. A. Barbosa et al.

- OLIVEIRA, J. G. B. & L. G. LABOURIAU. 1961a. Transpiração de algumas plantas da caatinga aclimatadas no Jardim Botânico do Rio de Janeiro. I- comportamento de *Caesalpinia pyramidalis* Tull., de *Zizyphus joazeiro* Mart., de *Jatropha phyllacantha* Muell. Arg. e de *Spondias tuberosa* Arruda. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 33: 351-373.
- OLIVEIRA, J. G. B. & L.G. LABOURIAU. 1961b. Transpiração de algumas plantas da caatinga aclimatadas no Jardim Botânico do Rio de Janeiro. III- Comportamento de duas árvores da vegetação de margens de rios- *Licania rigida* Benth. e *Tecoma caraiba* Mart. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 33: 387-397.
- OLIVEIRA, J. G. B., H. L. C. QUESADO, E. P. NUNES & F. A. VIANA. 1988. *Observações preliminares da fenologia de plantas da caatinga na estação ecológica de Aiuba, Ceará*. ESAM, Mossoró. Coleção Mossoroenses, n.538, série B, Mossoró.
- PEREIRA, R. M. A., J. A. ARAUJO FILHO, R. V. LIMA, F. D. G. PAULINO, A. O. N. LIMA & Z. B. ARAUJO. 1989. Estudos fenológicos de algumas espécies lenhosas e herbáceas da caatinga. *Ciência Agrônômica* 20: 11-20.
- PIIL, L. van der. 1982. *Principles of dispersal in higher plants*. Springer Verlag, New York.
- REICH, P. B. & R. BORCHERT. 1984. Water stress and tree phenology in a tropical dry forest in the lowlands of Costa Rica. *Journal of Ecology* 72: 61-74.
- REIS, A. C. S. 1976. Clima da caatinga. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 48: 325-335.
- RODAL, M. J. N. & A. L. MELO. 1999. *Levantamento preliminar das espécies lenhosas da caatinga de Pernambuco*. Pp 53-62. in: F. D. Araújo, H. D.V. Prendergast & S. J. Mayo (eds.) *Plantas do Nordeste*. Anais do I Workshop Geral. Royal Botanic Gardens, Kew.

16. Fenologia de Espécies da Caatinga

- SALES, M. F., S. J. MAYO & M. J. N. RODAL. 1998. *Plantas vasculares das florestas serranas de Pernambuco: um checklist da flora ameaçada dos brejos de altitude. Pernambuco- Brasil*. Imprensa Universitária da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- SAMPAIO, E. V. S. B. 1996. Fitossociologia. Pp 203-225 in: E. V. S. B. Sampaio, S. J. Mayo & M. R.V. Barbosa (eds.) *Pesquisa Botânica Nordestina: Progresso e Perspectivas*. Sociedade Botânica do Brasil, Seção Regional de Pernambuco, Recife.
- SANTOS, A. V. P. & B. M. GRISI. 1976. Anatomia foliar ecológica de algumas plantas da caatinga. *Revista Brasileira de Biologia* 36:773-787.
- SILVA, L. M. B. 1998. *Ecofisiologia da reprodução e do crescimento de Anadenanthera macrocarpa (Benth.) Brenan (Mimosoideae) em uma área de caatinga, Alagoinha-PE*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- SOBRADO, M. A. & G. CUENCA. 1979. Aspectos del uso de agua de especies deciduas y siempreverdes en un bosque seco tropical de Venezuela. *Acta Científica Venezolana* 30: 302-308.
- WIKANDER, T. 1984. Mecanismos de dispersión de diásporas de una selva decidua en Venezuela. *Biotropica* 16: 276-283.

D. C. A. Barbosa et al.

HERBIVORIA POR CAPRINOS NA CAATINGA DA REGIÃO DE XINGÓ: UMA ANÁLISE PRELIMINAR

Inara R. Leal, Adriano Vicente & Marcelo Tabarelli

Introdução

A herbivoria em ecossistemas terrestres pode ser elevada, reduzindo o crescimento (Rosenthal & Kotanen 1994), a reprodução (Rosenthal & Kotanen 1994; Krupnick *et al.* 1999) e a capacidade de competição das plantas (Coley 1983). Os danos causados por herbívoros podem ser observados em todos os tipos de tecido vegetal (Gallo *et al.* 1988) e, embora eles removam em média cerca 10% da vegetação, durante erupções ou processos sazonais de alguma população, a perda da folhagem pode chegar a 100% (Schowalter *et al.* 1986), influenciando a diversidade vegetal e modificando a estrutura da comunidade clímax (Coley & Barone 1996).

Caprinos selvagens e domesticados têm sido reconhecidos como grandes fontes de degradação da vegetação de ambientes áridos de todo o mundo, incluindo a região Mediterrânea (Perevolotsky *et al.* 1998, Carmel & Kadmon 1999), a África subsaariana (Oba 1998), o Chaparral Americano (Severson & Debano 1991) e o Pedemonte Argentino (Grunwaldt *et al.* 1994). Mais especificamente, a herbivoria por caprinos está associada à redução do recrutamento, do crescimento e da distribuição

geográfica de várias espécies de plantas herbáceas, arbustivas e arbóreas (Severson & DeBano 1991, Perevolotsky & Haimov 1992, Oba 1998). Além disso, existem evidências que a herbivoria por caprinos pode afetar a estrutura, a capacidade de regeneração da vegetação (Perevolotsky & Haimov 1992) e alterar drasticamente os padrões de ciclagem de nutrientes e de fluxo de energia nos ecossistemas (Severson & DeBano 1991).

A população caprina no Brasil é de cerca de 12 milhões de cabeças, sendo que 92% encontra-se nos estados do Nordeste, principalmente na região semi-árida coberta por vegetação de Caatinga (Medeiros *et al.* 2000). A caprinocultura no Nordeste é desenvolvida, de maneira geral, em um sistema extensivo, no qual os animais são soltos na Caatinga, sem divisões demarcatórias de propriedades, permitindo que vários rebanhos pastem em conjunto. Esta prática representa historicamente uma das principais atividades econômicas do Nordeste, pois a carne e o leite de caprinos são as principais fontes de proteína animal para a população de baixa renda (Medeiros *et al.* 1994). A venda de animais vivos e/ou peles constitui fonte adicional de recursos para a obtenção de produtos não produzidos nas propriedades (Medeiros *et al.* 1994).

Dada a importância econômica que a caprinocultura representa para o nordeste brasileiro, muitos projetos de desenvolvimento da região semi-árida estimulam esse tipo de atividade. Existem vários estudos que investigam o manejo da vegetação de caatinga (*e.g.*, EMBRAPA 1989, Araújo-Filho *et al.* 1999a, b) e o desenvolvimento de novas raças de caprinos (ver revisão em Medeiros *et al.* 1994), ambos com o objetivo de aumentar as densidades de animais por unidade de área. Embora a Caatinga seja um dos ecossistemas brasileiros mais degradados - 60% já foi drasticamente alterada (Castelletti *et al.* 2003) - não há

estudos que avaliem o efeito da herbivoria por caprinos sobre a manutenção de populações de plantas e sobre a estrutura (*i.e.*, riqueza de espécies, biomassa, grupos ecológicos) dos tipos de vegetação que compõem a Caatinga. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi caracterizar os caprinocultores da região de Xingó e fazer um inventário das espécies (árvores e arbustos) e partes de plantas utilizadas por caprinos em vegetação de caatinga nesta região. Este estudo tem um caráter estritamente quantitativo e preliminar e deverá servir de motivação para a realização de trabalhos experimentais avaliando o papel dos caprinos no processo de degradação deste ecossistema.

Material e métodos

Área de estudo

O estudo foi realizado na região de Xingó (2.828,8 km² - 09°36' S, 37°50' W), localizada entre os estados de Alagoas, Bahia e Sergipe. Os solos predominantes na região são: litossolo, cambissolo, podzólico eutrófico, bruno não cálcico e planossolo (RADAMBRASIL 1983). O relevo da região de Xingó é formado, em sua maior parte, por tabuleiros (*i.e.*, depressão sertaneja de baixa altitude), os quais se encontram bruscamente com o rio São Francisco formando *canyons* escarpados. Na porção mais distante do rio surgem pequenas elevações, as serras, constituindo, no conjunto da paisagem, uma depressão pediplanada limitada por relevos escarpados (RADAMBRASIL 1983). O clima na região de Xingó é semi-árido quente, marcado pelas precipitações anuais escassas, em torno de 500 a 700 mm, com 8-10 meses onde a precipitação média é inferior a 60 mm (IBGE 1985). As temperaturas médias anuais são em torno de 25 a 27°C nos meses mais

quentes, caindo para menos de 21°C nos meses mais frios ao longo do rio São Francisco (PLGGB 1988).

A savana estépica arborizada é composta por três estratos: o herbáceo, o arbustivo e o arbóreo, que pode atingir até 8 m na região de Xingó (observação pessoal de MT). Predominam no estrato herbáceo, espécies de dicotiledôneas anuais e perenes (Leguminosae, Malvaceae, Convolvulaceae, Labiatae). Referente ao estrato arbustivo-arbóreo, Silva (2002) registrou 101 espécies de árvores e arbustos (≥ 3 cm dap) na região de estudo. As famílias com maior riqueza de árvores e arbustos na região são Leguminosae, Euphorbiaceae, Cactaceae e Anacardiaceae e os gêneros *Caesalpinia*, *Aspidosperma*, *Mimosa*, *Jatropha* e *Piptadenia* estão entre aqueles com maior número de espécies (para mais detalhes sobre a vegetação de Xingó ver Silva 2002 e o Capítulo 7 deste volume). Em termos médios, a vegetação de Caatinga produz 4.000 kg/ha/ano de fitomassa (Araújo-Filho 1989). Dependendo das condições de clima e solo, $> 80\%$ da fitomassa pode ser oriunda de folhas de espécies lenhosas (Kirmse 1984). A Caatinga abriga pelo menos 1102 espécies de plantas vasculares (Gamarra-Rojas & Sampaio 2002) em sua região de ocorrência de cerca de 800.000 km² (Tabarelli & Vicente 2002).

Caprinos na Caatinga

Os caprinos domésticos (*Capra* spp.) são ruminantes de pequeno porte (< 1 m de altura, 40-100 kg machos adultos) que comem raízes, folhas, flores, frutos, sementes e cascas de árvores (Medeiros *et al.* 1994). De acordo com Medeiros *et al.* (2000), os caprinos têm diversas habilidades digestivas, como maior eficiência digestiva na utilização de fibras e economia de água e nitrogênio, as quais lhes conferem capacidade de sobreviver em regiões onde a

disponibilidade de água e de tecido vegetal é escassa em pelo menos um período do ano (*e.g.*, regiões áridas e semi-áridas).

Os caprinos criados no Brasil pertencem, em grande parte, ao rebanho do tipo Sem Raça Definida (SRD). Todavia, existem raças ou tipos nativos (*e.g.*, Canindé, Moxotó, Gurguéia), adaptados às condições ambientais brasileiras (Medeiros *et al.* 1994). No Brasil, principalmente no Nordeste, predomina a criação extensiva de animais, na qual os animais são criados soltos durante todo o ano, alimentando-se dos estratos herbáceo e arbustivo-arbóreo da vegetação de caatinga (Medeiros *et al.* 1994, 2000). Na estação chuvosa, os caprinos preferem dicotiledôneas herbáceas e brotos da vegetação lenhosa. Na estação seca, quando o estrato herbáceo desaparece, os animais se alimentam de folhas, flores, frutos, sementes, brotos e cascas de árvores e arbustos, obtidas no chão ou até dois metros de altura na vegetação (Medeiros *et al.* 2000). O consumo médio de matéria seca de um animal adulto na Caatinga é de 900 g/dia (Araújo-Filho 1989).

Herbivoria de plantas nativas por caprinos

Para identificar as espécies vegetais lenhosas consumidas voluntariamente por caprinos na região foram aplicados questionários em 32 produtores rurais. Mais especificamente, pequenas fazendas localizadas nos municípios Piranhas e Delmiro Gouveia (AL), Canindé do São Francisco e Poço Redondo (SE) e Paulo Afonso (BA) foram visitadas durante o ano 2001 e os proprietários foram questionados quanto ao tamanho da propriedade e tipo de criação dos caprinos. Com base em levantamentos florísticos realizados por Silva (2002), foi confeccionada uma lista contendo 53 espécies de árvores e arbustos ocorrentes na região (Tabela 1). Entre estas espécies encontram-se aquelas com frutos do tipo baga, drupa, cápsula, legume e

monocarpo, com tamanhos entre 0,5 e 21 cm de comprimento (Tabela 1). Encontram-se também espécies com flores variando entre 0,5 e 22 cm de comprimento (Tabela 1). A lista, acompanhada de exsicatas, foi apresentada aos proprietários. Assim, estes responderam se seus animais comiam ou não cada uma das espécies listadas e, caso comessem, quais as partes das plantas eram utilizadas. Exsicatas das espécies encontram-se depositadas no Herbário Geraldo Mariz da Universidade Federal de Pernambuco (registros nº 30.444 a 30.875).

Resultados

Os caprinocultores da região de Xingó têm rebanhos pequenos, de 20 a 600 cabeças, os quais são criados em pequenas propriedades, de três a 1500 hectares. Isso resulta numa densidade de $0,77 \pm 0,55$ animais por hectare. No entanto, alguns dos entrevistados, especialmente aqueles com rebanhos menores, responderam que criam seus animais soltos, utilizando áreas maiores que a das suas propriedades, mas comuns com outros proprietários. Das 53 espécies de plantas listadas e apresentadas aos proprietários de caprinos, somente *Solanum paniculatum* não foi indicada como usada pelos animais (Tabela 2). As espécies *Ziziphus joazeiro*, *Opuntia palmadora* e *Sideroxylum obtusifolium* apresentaram o maior número de registros, sendo indicadas pelos 32 entrevistados (Tabela 2).

Não houve nenhum registro de uma única parte da planta sendo utilizada pelos animais (Figura 1). Duas partes das plantas foram citadas por 30% dos entrevistados, três e cinco partes por 20% e quatro partes por 10% (Figura 1). Tanto plântulas quanto plantas adultas foram indicadas como utilizadas pelos caprinos. Entre as plantas adultas, todas as partes foram citadas, desde folhas novas, passando por folhas velhas, até flores e frutos. Trinta e nove

Tabela 1. Espécies de plantas utilizadas nos questionários com os caprinocultores da região de Xingó, estados de Alagoas, Bahia e Sergipe, com os tamanhos de suas flores ou inflorescências e os tipos e tamanhos de seus frutos.

Espécie	Tamanho da flor* (cm)	Tamanho da inflorescência* (cm)	Tipo de fruto	Tamanho do fruto* (cm)
<i>Allamanda blanchetti</i> A. DC.	6,0	6,5	Cápsula	4,5
<i>Amburana cearensis</i> (Allemão) A. C. Sm.	1,5	3,0	Legume	10,0
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	< 0,5	0,7	Legume	13,0
<i>Annona coriacea</i> Mart.	6,5	--	Monocarpo	7,0
<i>Arrojadoa rhodantha</i> (Güerke) Britton. et Rose	1,5	--	Baga	--
<i>Aspidosperma pyriforme</i> Mart.	2,5	4,0	Cápsula	7,0
<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.	5,0	11,0	Legume	21,0
<i>Byrsonima vacciniifolia</i> A. Juss.	1,5	8,5	Drupa	1,0
<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart. ex. Tul.	1,5	6,0	Legume	5,0
<i>Caesalpinia mycrophylla</i> Mart.	2,0	6,0	Legume	8,0
<i>Caesalpinia pyramidalis</i> Tul.	2,0	4,0	Legume	10,5
<i>Calliandra depauperata</i> Benth.	< 0,5	< 0,5	Legume	4,5
<i>Capparis flexuosa</i> L.	3,5	4,0	Baga	3,5
<i>Capparis jacobinae</i> Moric.	6,0	--	Baga	3,5
<i>Ceiba glaziovii</i> (Kuntze) K. Schum	6,5	7,8	Cápsula	16,0
<i>Cereus jamacaru</i> DC.	22,0	--	Baga	7,0
<i>Chloroleucon foliolosum</i> (Benth.) G. P. Lewis	1,0	1,0	Legume	3,0

Espécie	Tamanho da flor* (cm)	Tamanho da inflorescência* (cm)	Tipo de fruto	Tamanho do fruto* (cm)
<i>Cnidoscopus obtusifolium</i> Pohl. ex. Baill.	1,5	--	Cápsula	0,5
<i>Cnidoscopus quercifolius</i> Pohl. ex. Baill.	1,5	--	Cápsula	0,7
<i>Combretum duarteanum</i> Cambess.	1,0	4,0	Cápsula	2,0
<i>Commiphora leptophloeos</i> J. B. Gillett	3,0	--	Baga	2,0
<i>Cordia insignis</i> Cham.	3,5	6,0	Drupa	1,0
<i>Cordia leucocephala</i> Moric.	3,5	6,0	Baga	1,0
<i>Croton argyrophylloides</i> Müll. Arg.	0,7	--	Cápsula	1,0
<i>Croton sonderianus</i> Müll. Arg.	1,2	9,0	Cápsula	1,0
<i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill.	1,0	2,0	Cápsula	1,5
<i>Lippia microphylla</i> Cham.	< 0,5	1,2	Drupa	0,6
<i>Manihot glaziovii</i> Müll. Arg.	--	--	Cápsula	1,5
<i>Maytenus rigida</i> Mart.	1,0	--	Baga	0,8
<i>Melocactus bahiensis</i> (Britton. & Rose) Luetzelb.	2,0	--	Baga	1,5
<i>Mimosa caesalpinifolia</i> Benth.	< 0,5	4,5	Legume	6,5
<i>Mimosa tenuiflora</i> Benth.	--	--	Legume	2,0
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	1,0	8,0	Drupa	1,0
<i>Opuntia palmadora</i> Britton & Rose	10,0	--	Baga	7,0
<i>Parapiptadenia zehntneri</i> (Harms) M.P. Lima & H.C. Lima	< 0,5	6,0	Legume	17,0
<i>Parkinsonia aculeata</i> L.	2,0	10,0	Legume	8,0

Espécie	Tamanho da flor* (cm)	Tamanho da inflorescência* (cm)	Tipo de fruto	Tamanho do fruto* (cm)
<i>Peltogyne pauciflora</i> Benth.	1,0	5,5	Legume	2,0
<i>Pilosocereus gounellei</i> (F. A. C. Weber) Byles & G. D. Rowley.	6,0	--	Baga	5,0
<i>Pilosocereus</i> sp.	6,0	--	Baga	5,0
<i>Piptadenia moniliformis</i> Benth.	< 0,5	10,0	Legume	7,0
<i>Piptadenia stipulacea</i> (Benth.) Ducke.	< 0,5	6,0	Legume	14,0
<i>Pithecellobium diversifolium</i> Benth.	4,5	6,0	Legume	5,0
<i>Pseudobombax marginatum</i> (A. St. Hil., Juss & Cambess.) A. Robyns	14,0	--	Cápsula	12,0
<i>Psidium</i> sp.	1,5	2,0	Baga	0,6
<i>Ptilochaeta bahiensis</i> Turcz.	0,5	3,0	Drupa	0,5
<i>Sapium glandulatum</i> Vell.	< 0,5	9,0	Cápsula	1,0
<i>Schinopsis glabra</i> (Engl.) F. A. Barkley & T. Meyer	< 0,5	8,5	Drupa	1,0
<i>Sideroxylum obtusifolium</i> T. D. Penn.	1,0	--	Baga	1,0
<i>Solanum paniculatum</i> L.	1,5	7,5	Baga	1,0
<i>Spondias tuberosa</i> Arruda	< 0,5	9,0	Drupa	2,5
<i>Tabebuia aurea</i> (Manso) Benth. & Hook.	7,0	7,0	Cápsula	23,0
<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart. ex. DC.) Standl.	7,5	7,5	Cápsula	17,0
<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.	< 0,5	2,0	Drupa	2,0

*Valores médios

espécies (cerca de 70%) foram indicadas por pelo menos um dos caprinocultores como tendo todas as partes comidas pelos animais (Tabela 2).

Quando comparada com a porcentagem de registro das diferentes partes de plantas, folhas novas e velhas foram os itens mais citados (Figura 2). No entanto, não existe diferença significativa entre estas duas categorias. Frutos foi o terceiro item mais indicado pelos caprinocultores (Figura 2), destacando os frutos carnosos, como os de *Ziziphus joazeiro*, *Opuntia palmadora*, *Sideroxylum obtusifolium* e *Spondias tuberosa*, além das muitas espécies de cactáceas (Tabela 2). Por fim, plântulas e flores foram os itens menos citados (Figura 2). Todos os tipos de frutos e classes de tamanho de flores foram registrados como itens de consumo.

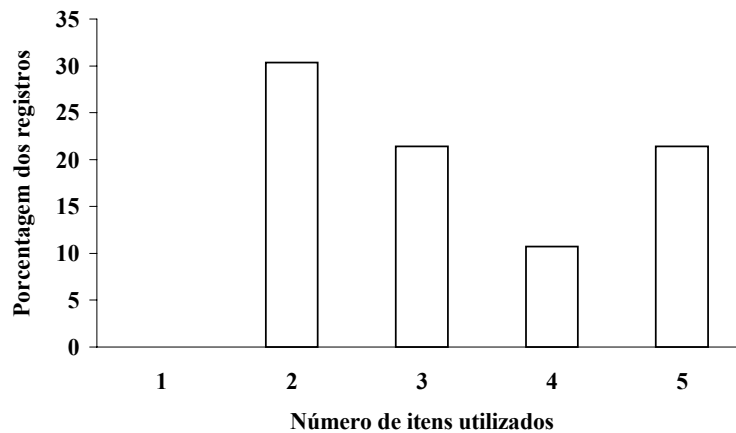


Figura 1. Porcentagem de registros dos números de itens consumidos por planta por caprinos na região de Xingó, estados de Alagoas, Bahia e Sergipe. Dados baseados em entrevistas a 32 caprinocultores.

Tabela 2. Espécies de plantas utilizadas nos questionários com os caprinocultores da região de Xingó, estados de Alagoas, Bahia e Sergipe, organizadas por número de registros e partes de plantas citadas. Legenda das partes de planta: PL = plântula, FN = folha nova, FM = folha madura, FL = flor e FR = fruto.

Espécie	Nº de registros	Partes da planta comida
<i>Opuntia palmadora</i> Britton & Rose	32	PL, FN, FM, FL, FR
<i>Sideroxylum obtusifolium</i> T. D. Penn.	32	PL, FN, FM, FL, FR
<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.	32	PL, FN, FM, FL, FR
<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.	31	PL, FN, FM, FL, FR
<i>Mimosa tenuiflora</i> Benth.	31	PL, FN, FM, FL, FR
<i>Spondias tuberosa</i> Arruda	31	PL, FN, FM, FL, FR
<i>Caesalpinia pyramidalis</i> Tul.	29	PL, FN, FM, FL, FR
<i>Cereus jamacaru</i> DC.	29	PL, FN, FM, FL, FR
<i>Manihot glaziovii</i> Müll. Arg.	29	PL, FN, FM, FL, FR
<i>Pilosocereus</i> sp.	29	PL, FN, FM, FL, FR
<i>Piptadenia stipulacea</i> (Benth.) Ducke	29	PL, FN, FM, FL, FR
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	28	PL, FN, FM, FL, FR
<i>Maytenus rigida</i> Mart.	28	PL, FN, FM, FL, FR
<i>Pilosocereus gounellei</i> (F.A.C. Weber) Byles & G. D. Rowley.	28	PL, FN, FM, FL, FR
<i>Pithecellobium diversifolium</i> Benth.	28	PL, FN, FM, FL, FR
<i>Caesalpinia mycophylla</i> Mart.	27	PL, FN, FM, FL, FR
<i>Capparis flexuosa</i> L.	27	PL, FN, FM, FL, FR
<i>Tabebuia aurea</i> (Manso) Benth. & Hook.	27	PL, FN, FM, FL, FR
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	26	PL, FN, FM, FL, FR
<i>Schinopsis glabra</i> (Engl.) Burkl. ex Mey	26	PL, FN, FM, FL, FR
<i>Ceiba glaziovii</i> K. Schum	25	PL, FN, FM, FL, FR
<i>Commiphora leptophloeos</i> J. B. Gillett	25	PL, FN, FM, FL, FR
<i>Parapiptadenia zehntneri</i> (Harms) M. P. M. de Lima & H. C. de Lima	25	PL, FN, FM, FL, FR
<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart. ex. DC.) Standl.	23	PL, FN, FM, FL, FR
<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart. ex. Tul.	21	PL, FN, FM, FR
<i>Cordia leucocephala</i> Moric.	21	PL, FN, FM, FL, FR

Espécie	Nº de registros	Partes da planta comida
<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart.	20	PL, FN, FM, FL, FR
<i>Cnidosculus quercifolius</i> Pohl. ex Baill.	20	PL, FN, FM, FL, FR
<i>Croton sonderianus</i> Müll. Arg.	20	PL, FN, FM, FR
<i>Melocactus bahiensis</i> (Britton & Rose) Luetzelb.	20	PL, FN, FM, FL, FR
<i>Sapium glandulatum</i> Vell.	15	PL, FN, FM
<i>Amburana cearensis</i> (Allemão) A. C. Sm.	13	FN, FM, FR
<i>Parkinsonia aculeata</i> L.	13	PL, FN, FM, FL, FR
<i>Piptadenia moniliformis</i> Benth.	13	PL, FN, FM
<i>Pseudobombax marginatum</i> (A. St.-Hil.) A. Robyns	13	PL, FN, FM, FL, FR
<i>Capparis jacobinae</i> Moric.	12	PL, FN, FM, FL, FR
<i>Chloroleucon foliolosum</i> (Benth.) G. P. Lewis	12	PL, FN, FM, FR
<i>Cnidosculus obtusifolium</i> Pohl. Ex Baill.	11	FN, FM, FR
<i>Lippia microphylla</i> Cham.	11	PL, FN, FM, FL
<i>Psidium</i> sp.	11	PL, FN, FM, FR
<i>Annona coriacea</i> Mart.	10	PL, FN, FM, FL, FR
<i>Byrsonima vaccnifolia</i> A. Juss.	9	PL, FN, FM, FL, FR
<i>Croton argyrophyloides</i> Müll. Arg.	9	PL, FN, FM, FL, FR
<i>Ptilochaeta bahiensis</i> Turcz.	8	PL, FN, FM, FL, FR
<i>Peltogyne pauciflora</i> Benth.	7	FN, FM, FR
<i>Arrojadoa rhodantha</i> (Guerke) Britton & Rose	4	PL, FN, FM, FL, FR
<i>Cordia insignis</i> Cham.	4	FN, FM
<i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Bail.	3	FM
<i>Mimosa caesalpinifolia</i> Benth.	3	FN, FM, FR
<i>Allamanda blanchetti</i> A. DC.	1	FN, FM
<i>Calliandra depauperata</i> Benth.	1	FN, FM
<i>Combretum duarteianum</i> Cambess.	1	FN, FM, FR
<i>Solanum paniculatum</i> L.	0	--

Discussão

Os resultados deste estudo indicam que os caprinos são importantes herbívoros para a vegetação de Caatinga, pois utilizam partes da maioria das espécies de árvores e arbustos encontrados na região como forragem. Os dados também sugerem que estes

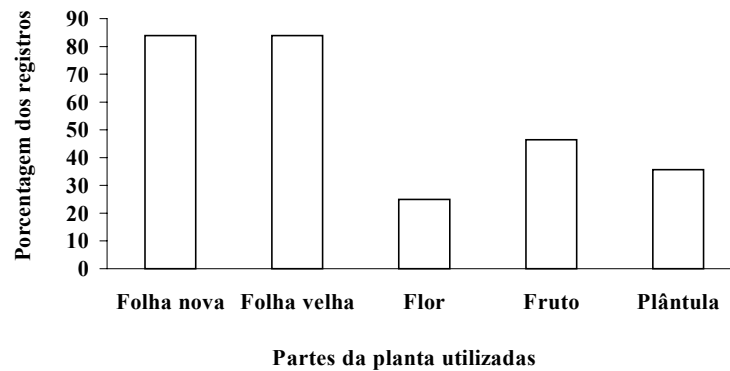


Figura 2. Porcentagem de registros das diferentes partes de plantas consumidas por caprinos na região de Xingó, estados de Alagoas, Bahia e Sergipe. Dados baseados em entrevistas a 32 caprinocultores.

animais são muito generalistas, comendo plântulas e todas as partes de plantas adultas, da maioria das espécies presentes na área. Outros estudos reportam que os caprinos podem utilizar até 70% das espécies de plantas lenhosas e herbáceas da Caatinga como recurso alimentar (Araújo-Filho *et al.* 1996, 1999a, b).

Algumas das espécies utilizadas são forrageiras como o *Ziziphus joazeiro*, *Caesalpinia ferrea* e *Capparis flexuosa* (Mesquita *et al.* 1989). Todavia, isto inclui plantas de gêneros e famílias que apresentam substâncias tóxicas para os humanos. Na área de estudo destacam-se as espécies dos gêneros *Jatropha* entre as Euphorbiaceae, para os quais há registros na literatura de apresentarem látex e/ou alcalóides tóxicos (ver Scavone & Panizza 1980, Bhattacharyya & Barros 1986, Sinha & Dhasan 2002). Os caprinos parecem hábeis também em consumir uma variedade enorme de tipos de frutos, sejam eles secos ou carnosos; assim como flores e sementes de tipos e tamanhos variados. Desta forma,

os caprinos são folívoros-granívoros generalistas no que se refere às plantas lenhosas da Caatinga.

De acordo Araújo-Filho (1989), a produtividade de matéria seca vegetal na Caatinga é em torno de 4.000 kg/ha/ano, com grandes variações temporais e espaciais. Tomando-se o consumo médio de 900 g/animal/dia, nós poderíamos estimar que os caprinos removem 6% da produtividade total da caatinga na região de Xingó. Embora este valor pareça baixo, dois aspectos precisam ser considerados. Primeiro, a remoção concentra-se nos primeiros dois metros da vegetação, altura de pastagem dos caprinos (Araújo-Filho 1989). Segundo, a remoção de material oriundo de plantas lenhosas concentra-se na estação seca, uma vez que durante a estação chuvosa os animais se alimentam especialmente de plantas herbáceas anuais que crescem em profusão no curto período de chuvas (Mesquita *et al.* 1989). Em termos gerais, à medida que a estação seca avança, os caprinos aumentam a porcentagem de utilização de plântulas e folhas de arbustos e árvores, passando a utilizar raízes, tubérculos, troncos e folhas caídas no solo depois que as espécies decíduas perdem suas folhas (Mesquita *et al.* 1989).

Com base nestas considerações, é razoável propor que a herbivoria por caprinos constitui um importante fator de seleção natural capaz de afetar a abundância e a distribuição geográfica de espécies lenhosas na Caatinga. Mais especificamente, arbustos e árvores perenifólias (*e.g.*, *Ziziphus joazeiro*, *Spondias tuberosa*), ou espécies decíduas com ciclo reprodutivo parcial ou completo na estação seca (*e.g.*, *Myracrodruon urundeuva*, *Commiphora leptophoeos*) compõem o grupo com maior probabilidade de sofrer reduções populacionais, pois estão acessíveis ao pastoreio na época em que os caprinos dependem exclusivamente da vegetação lenhosas como fonte de alimento. Embora uma parte significativa das plantas lenhosas da Caatinga floresça e frutifique na estação

chuvosa, muitas espécies (principalmente aquelas com frutos secos) florescem e/ou frutificam na estação seca, como *Anadenanthera colubrina*, *Schinopsis glabra* e *Combretum pisonioides* (Machado *et al.* 1997, Griz & Machado 2001, Capítulos 15 e 16 deste volume). Algumas espécies com frutos suculentos constituem outro grupo “susceptível” à ação dos caprinos. É fato amplamente conhecido da população rural que os caprinos consomem grande quantidade de frutos de umbuzeiro. Após a ingestão, os animais regurgitam e evacuam as sementes intactas nos estábulos, onde jamais as sementes darão origem a novos adultos. De outro modo, sementes com testas pouco resistentes devem ser totalmente trituradas durante a mastigação dos caprinos.

Estudos em outros ecossistemas têm relatado mudanças na abundância de populações, na riqueza e diversidade de espécies, na estrutura física de comunidades vegetais e na capacidade de regeneração da vegetação em decorrência da herbivoria por caprinos. Na África do Sul, por exemplo, os caprinos são responsáveis por uma redução de 47% das espécies endêmicas de suculentas e geófitas, quando comparadas áreas com e sem esses animais (Moolman & Cowling 1994). Perevolotsky *et al.* (1998) encontraram que a probabilidade de uma espécie ser comida por caprinos nas montanhas de Jerusalém aumenta com a diminuição da probabilidade de encontro. Há também registros de impacto dos caprinos sobre processos no nível de ecossistema (*i.e.*, fluxo de energia e ciclagem de nutrientes). No Chaparral do Arizona foi verificado que o pisoteio de caprinos diminui a acumulação de nitrogênio na serrapilheira e no solo (Severson & Deban 1991). Mas, mais importante que isso, a herbivoria destes animais tem reduzido a densidade e diversidade de arbustos fixadores de nitrogênio, eliminando esse importante grupo ecológico do ecossistema e diminuindo a quantidade de nitrogênio disponível para as plantas (Severson & Deban 1991).

De fato, a FAO (Food and Agriculture Organization) considera os caprinos como um dos agentes promotores de desertificação nas regiões semi-áridas do planeta (FAO 1993). Esta opinião é compartilhada por alguns pesquisadores que consideram altas taxas de lotação de caprinos como fator de empobrecimento e redução no porte da vegetação da Caatinga em níveis que podem levar a desertificação quando associados a outras formas de pressão antrópica (*e.g.*, agricultura, retirada de lenha, sobre-pastejo pelo gado bovino, Albuquerque 1999). Vasconcelos Sobrinho (1983) relata a ocorrência de “núcleos solitários” de desertificação, associados aos “chiqueiros de bode”. Estes locais perdem totalmente a cobertura vegetal devido ao pastoreio e principalmente por causa do pisoteio excessivo realizado pelos animais.

A Caatinga e outros 37 ecossistemas terrestres foram recentemente considerados de importância estratégica para manutenção dos padrões regionais e globais do clima, da disponibilidade de água potável, de solos agricultáveis e de parte importante da biodiversidade do planeta (Gil 2002). É preciso enfatizar que os caprinos foram introduzidos na Caatinga no século XVI e que deste então o número de animais criados de forma extensiva continua a crescer (Coimbra-Filho & Câmara 1996). Além disso, novas técnicas preconizam o raleamento/rebaixamento da vegetação de caatinga a fim de aumentar a produtividade do estrato herbáceo e o acesso dos caprinos ao estrato arbustivo-arbóreo da vegetação (*v.* Albuquerque & Bandeira 1995, Leite *et al.* 1995). Tais técnicas podem amplificar os prováveis efeitos negativos causados pelos caprinos sobre populações, e comunidades vegetais, bem como sobre processos no nível de ecossistema e, desta forma, comprometer os relevantes serviços ambientais prestados por esta biota. Estudos urgentes são necessários para testar as hipóteses apresentadas neste trabalho e

alertar os tomadores de decisão sobre a exploração dos recursos naturais da Caatinga.

Agradecimentos

Ao Programa Xingó (CHESF/CNPq) pelo apoio logístico durante o trabalho de campo, aos colegas Alberto Magalhães, Linete Cordeiro e Paulo Belchior pelas entrevistas aos proprietários e ao CNPq pela bolsa de DCR (processo 300582/98-6) para I. Leal.

Referências Bibliográficas

- ALBUQUERQUE, S. G. 1999. Caatinga vegetation dynamics under various grazing intensities by steers in the semi-arid Northeast, Brazil. *Journal of Range Management* 52: 241-248.
- ALBUQUERQUE, S. G. & G. L. R. BANDEIRA. 1995. Effect of thinning and slashing on forage phytomass from a caatinga of Petrolina, Pernambuco, Brazil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 30: 885-891.
- ARAÚJO-FILHO, J. A. 1989. Manipulação da vegetação lenhosa da caatinga para fins pastoris. Pp: 41-58 in: EMBRAPA (org.) *Curso de melhoramento e manejo de pastagem nativa no trópico semi-árido*. EMBRAPA - CPAMN/SPI, Teresina.
- ARAÚJO-FILHO, J. A., J. A. GADELHA, E. R. LEITE, P. Z. SOUZA, S. M. A. CRISPIM & M. C. REGO. 1996. Composição botânica e química da dieta de ovinos e caprinos em pastoreio combinado na região dos Inhamuns, Ceará. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia* 25 :383-395.
- ARAÚJO-FILHO, J. A., T. M. L. BARBOSA & F. C. CARVALHO. 1999a. Sistema de produção silvopastoril para o semi-árido nordestino. *Boletim da EMBRAPA* 29: 1-2.

- ARAÚJO-FILHO, J. A., T. M. L. BARBOSA, F. C. CARVALHO & A. C. R. CAVALCANTI. 1999b. Sistema de produção agrossilvopastoril para o semi-árido nordestino. *Boletim da EMBRAPA* 30: 1-2.
- BHATTACHARYYA, J. & C. B. BARROS. 1986. Triterpenoids of *Cnidosculuns urens*. *Phytochemistry* 25: 274-276.
- CASTELLETTI, C. H. M., J. M. C. SILVA, M. TABARELLI & A. M. M. SANTOS. 2003. Quanto ainda resta da Caatinga? Uma estimativa preliminar. In press in: J. M. C. Silva, M. Tabarelli, M. Fonseca & L. Lins (orgs.) *Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília.
- CARMEL, Y & R. KADMON. 1999. Effects of grazing and topography on long-term vegetation changes in a Mediterranean ecosystem in Israel. *Plant Ecology* 145: 243-254.
- COIMBRA-FILHO, A. F. & I. G. CÂMARA. 1996. *Os limites originais do bioma Mata Atlântica na região nordeste do Brasil*. FBCN (Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza), Rio de Janeiro.
- COLEY, P. D. 1983. Herbivory and defensive characteristics of tree species in a lowland tropical forest. *Ecological Monographs* 53: 209-233.
- COLEY, P. D. & J. A. BARONE 1996. Herbivory ad plant defenses in tropical forests. *Annual Review of Ecology and Systematics* 27: 305-335.
- EMBRAPA. 1989. *Manejo de pastagem nativa no trópico semi-árido*. EMBRAPA - CPAMN/SPI, Teresina.
- FAO. 1993. *El papel de los animales domesticos en el control de la desertificacion*. PNUD/FAO, Oficina Regional de La Fao para America Latina Y el Caribe, Santiago.
- GALLO, D., O. NAKANO, S. SILVEIRA-NETO, R. P. L. CARVALHO, G. C. BATISTA, E. BERTI-FILHO, J. R. P. PARRA, R. A. ZUCCHI, S. B. ALVES & J. D. VENDRAMIM. 1988. *Manual de Entomologia Agrícola*. Editora Agronômica Ceres LTDA, São Paulo.

- GAMARRA-ROJAS, C. F. L. & E. V. S. B. SAMPAIO. 2002. Espécies da caatinga no Banco de Dados do CNIP. Pp. 91-102 in: E.V.S.B. Sampaio, A.M. Giulietti, J. Virgílio & C. Gamarra-Rojas (eds.) *Vegetação e flora da Caatinga*. Associação de Plantas do Nordeste – APNE, Centro Nordestino de Informações sobre Plantas – CNIP, Recife.
- Gil, P. R. 2002. *Wilderness: earth's last wild places*. CEMEX, S.A., Cidade do Mexico.
- GRIZ, L. M. S. & I. C. S. MACHADO. 2001. Fruiting phenology and seed dispersal syndromes in caatinga, a tropical dry Forest in the northeast of Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 17: 303-321.
- GRUNWALDT, E. G., A. R. PEDRANI & A. I. VICH. 1994. Goat grazing in the arid piedmont of Argentina. *Small Ruminant Research* 13: 211-216.
- IBGE. 1985. *Atlas nacional do Brasil*. IBGE, Rio de Janeiro.
- KRUPINICK, G. A., A. E. WEIS & D. R. CAMPBELL. 1999. The consequences of floral herbivory for pollinator service to *Isomeris arborea*. *Ecology* 80: 125-134.
- LEITE, E. R., J. A. ARAÚJO-FILHO & F. C. PINTO. 1995. Pastoreio combinado de caprinos com ovinos em caatinga rebaixada: desempenho da pastagem e dos animais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 30: 1129-1134.
- KIRMSE, R. D. 1984. *Effect of clearing on forage production, quality and decomposition in the caatinga woodland of northeast Brazil: implication to goats and sheep nutrition*. Ph.D. Thesis, Utah State University, Utah.
- MACHADO, I. C. S., L. M. BARROS & E. V. S. B. SAMPAIO. 1997. Phenology of caatinga species at Serra Talhada, PE, Northeastern Brazil. *Biotropica* 29: 57-68.
- MEDEIROS, L. P., R. N. GIRÃO, E. S. GIRÃO & J. C. M. PIMENTEL. 1994. *Caprinos: princípios básicos para a sua exploração*. EMBRAPA - CPAMN/SPI, Teresina.

I. R. Leal et al.

- MEDEIROS, L. P., R. N. GIRÃO, E. S. GIRÃO & J. A. LEAL. 2000. *Caprinos*. EMBRAPA - CPAMN/SPI, Teresina.
- MESQUITA, R. C. M., E. R. LEITE, & J. A. ARAÚJO-FILHO. 1989. Estacionalidade da dieta de pequenos ruminantes em ecossistema de caatinga. Pp 59-82 in: EMBRAPA (org.) *Curso de Melhoramento e manejo de pastagem nativa no trópico semi-árido*. EMBRAPA - CPAMN/SPI, Teresina.
- MOOLMAN, H. J. & R. M. COWLING. 1994. The impact of elephant and goat grazing on the endemic flora of South-african succulent thicket. *Biological Conservation* 68: 53-61.
- OBA, G. 1998. Effects of excluding goat herbivory on *Acacia tortilis* woodland around pastoralist settlements in northwest Kenya. *Acta Oecologica* 19: 395-404.
- PEREVOLOTSKY, A., S. LANDAU, D. KABABIA & E. D. UNGAR. 1998. Diet selection in dairy goat grazing woody Mediterranean rangeland. *Applied Animal Behaviour Science* 57: 117-131.
- PEREVOLOTSKY, A. & Y. HAIMOV. 1992. The effect of thinning and goat browsing on the structure and development of mediterranean woodland in Israel. *Forest Ecology and Management* 49: 61-74.
- PLGGB. PROGRAMA DE LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL. 1988. *Piranhas-folhas SC.24-x-c- VI Sergipe/Alagoas/Bahia*, Brasília.
- RADAMBRASIL. 1983. *Levantamento de recursos naturais (anexo); folhas SC. 24/25 Aracaju/Recife*. Rio de Janeiro.
- ROSENTHAL, J. P. & P. M. KOTANEN. 1994. Terrestrial plant tolerance to herbivory. *Science* 9: 145-148.
- SCAVONE, O. & S. PANIZZA. 1980. *Plantas tóxicas*. CODAC/USP, São Paulo.
- SCHOWALTER, T. D., W. W. HARGROVE & D. A. CROSSLEY-JR. 1986. Herbivory in forested ecosystems. *Annual Review of Entomology* 31: 177-196.

17. Herbivoria Por Caprinos na Caatinga

- SEVERSON, K. E. & L. F. DEBANO. 1991. Influence of spanish goats on vegetation and soils in Arizona chaparral. *Journal of Range Management* 44: 111-117.
- SILVA, R. A. 2002. *Riqueza e diversidade de espécies vegetais lenhosas da caatinga na região de Xingó, Alagoas*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- SINHA, B. N. & B. DHASAN. 2002. Chemistry and pharmacology of *Jatropha* species (a review). *Indian Journal of Heterocyclic Chemistry* 11: 237-240.
- TABARELLI, M. & A. VICENTE. 2002. Lacunas de conhecimento sobre as plantas lenhosas da caatinga. Pp. 25-40 in: In: E.V.S.B. Sampaio, A.M. Giulietti, J. Virgílio & C. Gamarra-Rojas (eds.) *Vegetação e flora da Caatinga*. Associação de Plantas do Nordeste – APNE, Centro Nordestino de Informações sobre Plantas – CNIP, Recife.
- VASCONCELOS SOBRINHO, J. 1983. *Processos de desertificação no Nordeste*. Relatório Técnico, SUDENE, Recife.

I. R. Leal et al.

SEÇÃO IV
*Estratégias para Conservação
da Biodiversidade*

QUANTO AINDA RESTA DA CAATINGA? UMA ESTIMATIVA PRELIMINAR

Carlos Henrique Madeiros Castelletti, André Maurício Melo Santos, Marcelo Tabarelli & José Maria Cardoso da Silva

Introdução

A Caatinga é uma das maiores e mais distintas regiões brasileiras (Ferri 1980). Ela compreende uma área aproximada de 800.000 km², representando 70% da região nordeste e 11% do território nacional (Bucher 1982). A região inclui partes dos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e Minas Gerais. De modo geral, a biota da Caatinga tem sido descrita na literatura como pobre, abrigando poucas espécies endêmicas e, portanto, de baixa prioridade para conservação. No entanto, estudos recentes mostram que isto está longe de ser verdade (Andrade-Lima 1982, Rodal 1992, Sampaio 1995, Garda 1996, Silva & Oren 1997, MMA 2002). A região possui, sim, um considerável número de espécies endêmicas. Além disso, várias espécies de animais e de plantas endêmicas foram descritas recentemente para região, indicando um conhecimento zoológico e botânico bastante precário. Por exemplo, um estudo sobre o esforço amostral das coletas de um grupo de anfíbios identificou a Caatinga como uma das regiões menos

conhecida em toda a América do Sul, com extensas áreas não possuindo uma única informação (Heyer 1988).

A Caatinga tem sido bastante modificada pelo homem. Garda (1996) indica que os solos nordestinos estão sofrendo um processo intenso de desertificação devido à substituição da vegetação natural por culturas, principalmente através de queimadas. O desmatamento e as culturas irrigadas estão levando a salinização dos solos, aumentando ainda mais a evaporação da água contida neles e acelerando o processo de desertificação. De acordo com Garda (1996), somente a presença da vegetação adaptada da Caatinga tem impedido a transformação do nordeste brasileiro num imenso deserto. Apesar das ameaças à sua integridade, menos de 2% da Caatinga está protegida como unidades de conservação de proteção integral (Tabarelli *et al.* 2000).

Mesmo diante deste quadro alarmante, até o momento não há uma estimativa adequada sobre o quanto da região da Caatinga foi alterada pelo homem. Uma das razões para a ausência de informações é a dificuldade técnica para classificar os diferentes tipos de vegetação da Caatinga, assim como as caatingas naturais das caatingas muito alteradas pela ação antrópica. O IBGE (1993) identificou quais as regiões na Caatinga que tinham sido modificadas pelas atividades agropecuárias na região, mas a área encontrada pode não corresponder à realidade. A questão é que existe uma densa rede de estradas na região, que pode ter ampliado as áreas ecologicamente alteradas (Forman 2000). Estes diversos efeitos incluem, por exemplo, modificações no comportamento dos animais devido à construção e manutenção das estradas, mortalidade por atropelamento, alterações na vegetação, facilidade de propagação de fogo, alterações no ambiente químico, modificações no ambiente físico, expansão de espécies exóticas e modificações no uso humano

da terra e água (Trombulak & Frissell 2000). É importante, então, conhecer e incorporar os efeitos negativos das estradas sobre a biota.

Para estimar a área de alteração de uma estrada, é essencial conhecer a largura da “zona de efeito da estrada” (Forman 2000). Como as estradas podem interromper fluxos ecológicos na paisagem, os efeitos ambientais que elas causam se estendem muito mais do que simplesmente as áreas utilizadas nas suas construções e manutenções (Forman 1995). Um estudo-piloto realizado em Xingó, uma região de caatinga entre os estados de Sergipe e Alagoas, demonstrou que o impacto da estrada se estende em média por até 7 km (Santos & Tabarelli 2002). Esta conclusão foi baseada em análises de imagens de satélite da região, a partir da relação entre a presença das estradas e a distribuição dos remanescentes de caatinga na paisagem. Os autores descobriram que a faixa de 7 km ao longo das estradas continha apenas 10% da cobertura vegetal e que os remanescentes de caatinga localizados nesta faixa eram pequenos (< 200 ha) e isolados, portanto, ecologicamente inviáveis.

Este capítulo combina a estimativa do IBGE (1993) com uma modelagem realizada a partir do trabalho de Santos & Tabarelli (2002) para estimar o efeito ecológico do atual sistema de estradas na região. O objetivo é responder as seguintes questões: (a) qual a área total da Caatinga que já foi alterada pelo homem? e (b) o quanto da diversidade de paisagens da Caatinga já foi perdida?

Material e métodos

O mapa base utilizado para as análises foi o Mapa de Vegetação do Brasil, na escala 1:5.000.000 (IBGE 1993), digitalizado na projeção a partir do mapa impresso. Este mapa foi sobreposto ao mapa com os limites da região da Caatinga. Em uma

primeira análise, todas as classes de vegetação que foram classificadas pelo IBGE como dominadas por atividades agrícolas foram selecionadas e suas áreas calculadas com o uso da extensão “*geoprocessing*” do programa ArcView (ESRI 1998). Esta análise simples gerou a primeira estimativa da área alterada na Caatinga.

A segunda análise teve como objetivo estimar o efeito das estradas sobre a Caatinga. Para isso, um mapa das principais estradas da região foi digitalizado. Ao longo deste sistema de estradas, foram feitas simulações utilizando-se como largura média da “zona do efeito da estrada” as seguintes distâncias: 1, 3, 5, 7 e 10 km. A área total do impacto para cada simulação foi calculada e adicionada à primeira estimativa baseada somente em IBGE (1993). Estas simulações foram realizadas com o uso da extensão “*xtools*” do programa ArcView (ESRI 1998). O cálculo das áreas foi realizado com o uso do script “*calc_area*”, que deve ser utilizado com a projeção “*equal_area_cylindrical*” no programa ArcView (ESRI 1998).

A diversidade de paisagens na Caatinga foi estimada pela EMBRAPA (2000). No âmbito do Zoneamento Agroecológico do Nordeste do Brasil, um mapa sintético com a identificação de todas as Unidades Geoambientais (UGs) da região foi produzido. Cada UG foi identificada a partir de uma combinação de informações sobre altitude, expressão geográfica e tipo de cobertura vegetal natural. Estas UGs foram também agrupadas em Grandes Unidades de Paisagem (GUPs) (EMBRAPA 2000). Para estimar a perda da diversidade de paisagens na Caatinga, foi feita a sobreposição entre os mapas de antropismo resultante das duas análises anteriores com o mapa de unidades geoambientais. Utilizando-se dos comandos “*clip*” e “*erase*” das extensões “*xtools*” e “*geoprocessing*” do programa ArcView (ESRI 1998), foi possível calcular o quanto de cada uma destas unidades foi alterada pelas atividades antrópicas.

Resultados

Utilizando somente as informações do IBGE (1993), estimou-se que a área coberta por atividades agrícolas na região é de 201.786 km², o que corresponde a 27,47% da área da Caatinga. Esta área modificada se estende por praticamente toda a Caatinga (Figura 1).

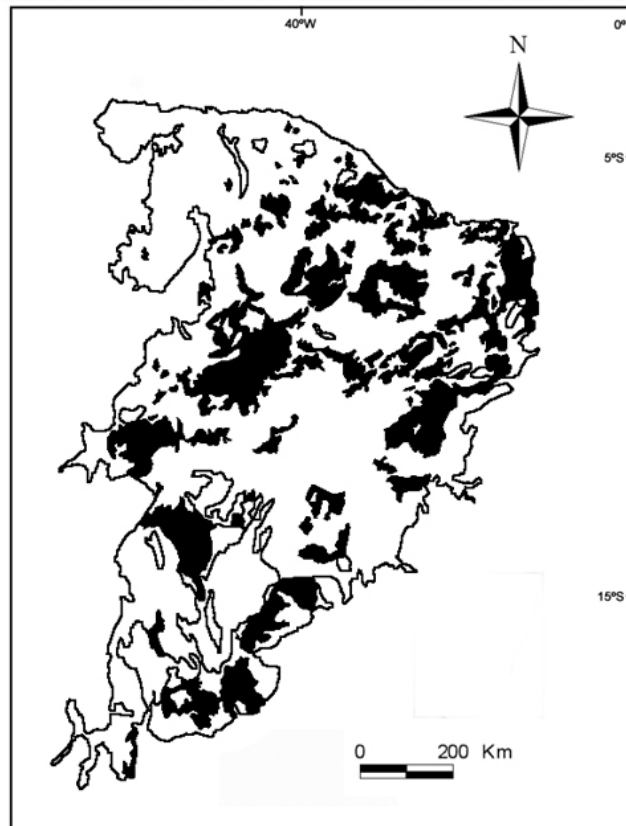


Figura 1. As áreas em preto representam as áreas de atividade agrícola na Caatinga. Baseado no mapa de vegetação do Brasil. IBGE (1993). Escala 1:5.000.000.

A área de impacto das estradas adicionada à área estimada pelo IBGE (1993) como denominada por atividades agrícolas aumenta substancialmente de acordo com a largura adotada para a “zona de efeito da estrada”. Assim, com largura de 1 km, a área adicionada foi de 21.314 km²; com 3 km, foi de 57.637 km²; com 5 km, foi de 95.232 km²; com 7 km foi de 131.057 km²; e com 10 km, foi de 177.779 km². Assim, dependendo da largura adotada, a área alterada pelo homem na Caatinga pode variar de 223.100 km² (30,38%) a 379.565 km² (51,68%).

As áreas que não foram influenciadas pelas atividades humanas na região formam um arquipélago, composto por “ilhas” de diferentes tamanhos, cercados por uma rede complexa de áreas alteradas. O número de “ilhas” formadas, assim como a sua área mínima e máxima variou de acordo com a largura adotada para a “zona de efeito da estrada” (Tabela 1). Para a largura de 1 km foram encontradas 243 “ilhas” (Figura 2A), onde 28,40 % destas não ultrapassam 50 km² e somente 14 destas áreas são maiores que 10.000 km². Foram encontradas 221 áreas (Figura 2B) para a largura de 3 km, onde 27,15% não são maiores que 50 km² e 13 áreas são maiores que 10.000 km². Com a largura de 5 km existem 207 “ilhas” (Figura 2C), das quais 28,99% são menores que 50 km² e nove áreas ultrapassam os 10.000 km². Já para a largura de 7 km, são 200 “ilhas” (Figura 2D) das quais 30,50% não ultrapassam os 50 km² e nove destas “ilhas” são maiores que 10.000 km². Para a largura de maior tamanho, a de 10 km, 172 “ilhas” foram encontradas (Figura 2E), onde 30,23% são menores que 50 km² e nove ultrapassam os 10.000 km².

Foram identificadas 135 UGs para a área da Caatinga, distribuídas em 18 GUPs. Independentemente da largura adotada para a “zona de efeito da estrada” nenhuma UG ou GUP foi totalmente perdida. Entretanto áreas maiores destas unidades foram

Tabela 1. Número de “ilhas”, área mínima, máxima e média (em km²) e desvio-padrão de acordo com a largura adotada para a “zona de efeito da estrada”.

Largura	Número de “ilhas”	Área mínima	Área máxima	Área média	Desvio-padrão
1 km	243	0,03	41.212	2.104	4.924
3 km	221	0,05	32.952	2.150	5.069
5 km	207	0,05	32.306	2.113	4.738
7 km	200	0,02	23.927	2.008	4.052
10 km	172	0,10	22.767	2.063	3.950

danificadas quanto maior a largura da “zona de efeito da estrada” adotada (Figura 3). Adotando a largura de 1 km, sete GUPs perderam entre 0 e 20% de sua área, outras sete perderam entre 21 e 40% de sua área, quatro perderam de 41 a 60% da área e nas categorias de 61 a 80% e 81 a 100% nenhuma GUP foi afetada. Para a largura de 3 km, sete GUPs perderam de 0 a 20% da área, seis perderam de 21 a 40%, cinco perderam de 41 a 60% e novamente nenhuma área foi apresentada nas categorias acima. Com 5 km de largura adotada, cinco GUPs perderam entre 0 a 20% de sua área, sete perderam de 21 a 40%, seis perderam entre 41 e 60% da área e nenhuma GUP foi perdida entre 61 a 80% e 81 a 100% de área. Adotando 7 km de largura, nenhuma GUP perdeu entre 0 a 20%, 10 perderam entre 21 e 40%, seis perderam entre 41 e 60%, duas perderam entre 61 e 80% e nenhuma na categoria de 81 a 100%. E para a última largura adotada, a de 10 km, nenhuma GUP perdeu entre 0 a 20%, nove perderam entre 21 a 40%, seis entre 41 a 60%, três entre 61 a 80% e nenhuma área perdeu na categoria de 81 a 100%.

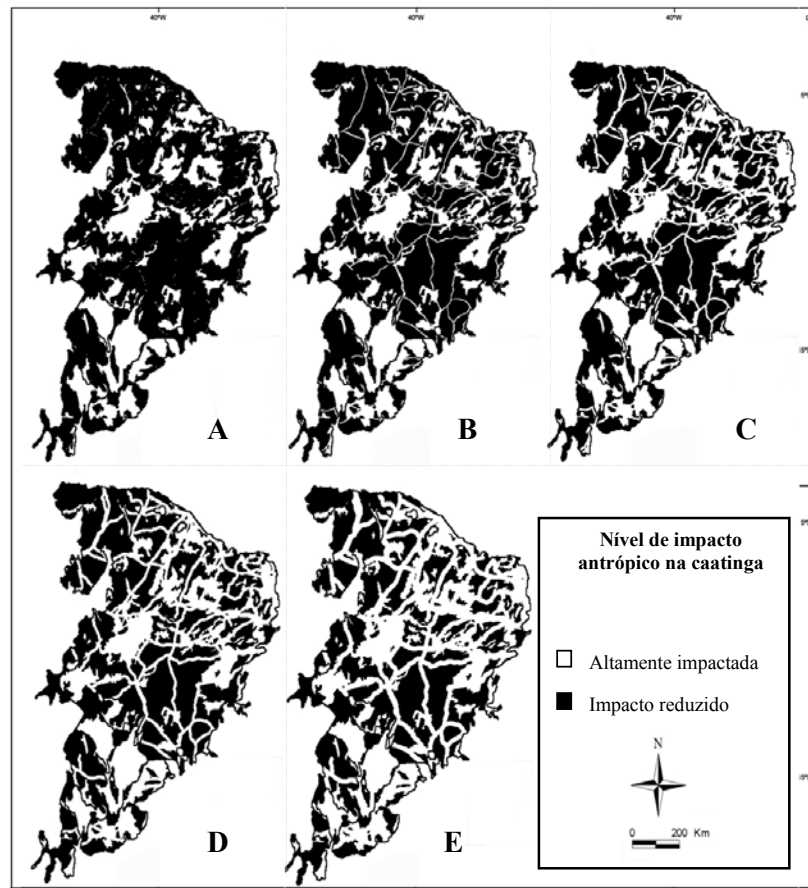


Figura 2. Nível de impacto antrópico na Caatinga. As regiões em preto representam as “ilhas” formadas após retirar as áreas agrícolas e a “zona de impacto das estradas” a partir de modelos de largura: A = 1, B = 3, C = 5, D = 7 e E = 10 km.

Para as UGs o resultado obtido foi o seguinte: com 1 km de largura, 77 UGs perderam entre 0 e 20% de sua área. Somente cinco áreas ficaram na categoria de 81 a 100% de perda de área. Para a largura de 3 km, 61 UGs perderam entre 0 e 20% de sua

área. Somente cinco áreas ficaram na categoria de 81 a 100% de perda de área. Adotando a largura de 5 km, foram encontradas 50 UGs com perda entre 0 a 20% de área, e sete entre 81 e 100%. Na largura de 7 km, 39 UGs perderam entre 0 e 20%, 26 entre 21 e 40%, 30 entre 41 e 60%, 21 entre 61 e 80% e 13 entre 81 e 100%. E, na largura de 10 km, as UGs se distribuíram bem similares entre as cinco categorias, 31 entre 0 e 20%, 23 entre 21 e 40%, 30 entre 41 e 60%, 33 entre 61 e 80% e 18 entre 81 e 100% (Figura 4).

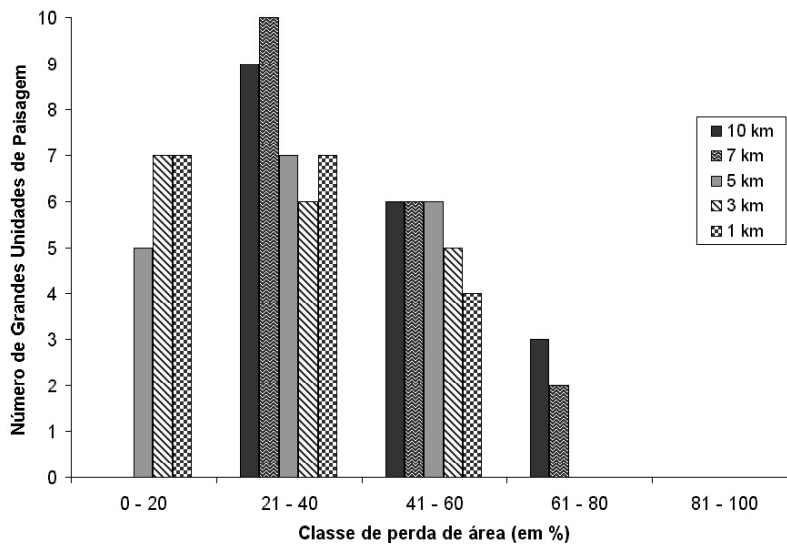


Figura 3. Distribuição das Grandes Unidades de Paisagem pelas categorias de perda de área.

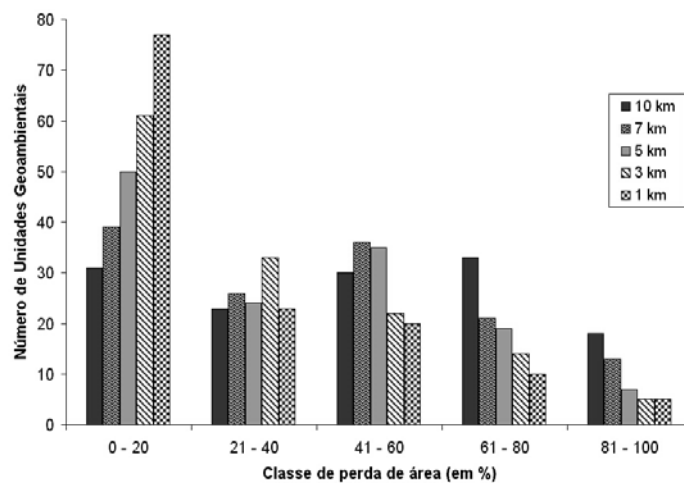


Figura 4. Distribuição das Unidades Geoambientais pelas categorias de perda de área.

Discussão

Independente da estimativa adotada, uma importante parcela da área da Caatinga foi bastante modificada pelas atividades humanas. Algumas destas áreas, previamente ocupadas pela agricultura, possuem grande risco de desertificação, exigindo ações urgentes de restauração da vegetação original (MMA 1998).

Certamente, a porcentagem de alteração da vegetação original da Caatinga alterada pelas atividades humanas é superior aos 28% estimados através do mapa produzido pelo IBGE (1993) e uma análise do impacto causado pelo sistema de estradas certamente adiciona informações importantes para uma estimativa mais acurada. O ponto crítico desta estimativa está na determinação de uma largura média da “zona de impacto de estrada” adequada para a região, pois há poucos estudos sobre este assunto no mundo (Forman 2000). Se adotarmos a largura média da “zona de impacto

da estrada” de 7 km como válida para toda a região da Caatinga, a área total alterada pelo homem será de 332.843 km², ou seja, 45,32% da região (Figura 5). Este valor coloca a Caatinga como um dos ecossistemas mais modificados pelo homem no Brasil, sendo ultrapassado apenas pela Floresta Atlântica e o Cerrado.

Ao considerar todas as 135 UGs que ocorrem na Caatinga, cruzando este mapa com o das áreas alteradas, observa-se que nenhuma delas foi totalmente perdida, mas muitas se encontram em mal estado de conservação. Com qualquer das larguras adotadas para a “zona de impacto da estrada”, as UGs foram muito fragmentadas e algumas foram reduzidas a pequenas áreas.

O número de “ilhas” formadas evidencia o quanto a Caatinga foi fragmentada pela ação antrópica. A maioria das “ilhas” possui menos que 50 km², seja qual for a largura do efeito da estrada (Figura 6). Com a largura de 7 km para o efeito da estrada, somente nove “ilhas” possuem mais de 10.000 km², o que comprova como a região está fragmentada.

A fragmentação das UGs e a conseqüente fragmentação de toda a Caatinga, pode levar ao desaparecimento de espécies de organismos endêmicos de algumas dessas UGs. Bierregaard & Lovejoy (1989) observaram que a composição da comunidade de aves da Amazônia decrescia drasticamente em fragmentos com menos de 10 ha. Hagan *et al.* (1996), estudando o efeito da fragmentação sobre as aves, encontraram que algumas espécies sofrem alteração na densidade populacional quando os ecossistemas são fragmentados. Esta variação pode ser positiva ou negativa dependendo da espécie. Os autores encontraram que os furnarídeos são 37% mais abundantes nos fragmentos que em florestas contínuas. Wiens (1994), estudando a fragmentação de habitats, encontrou que a diversidade de espécies é reduzida e a composição da comunidade é alterada em ambientes fragmentados.

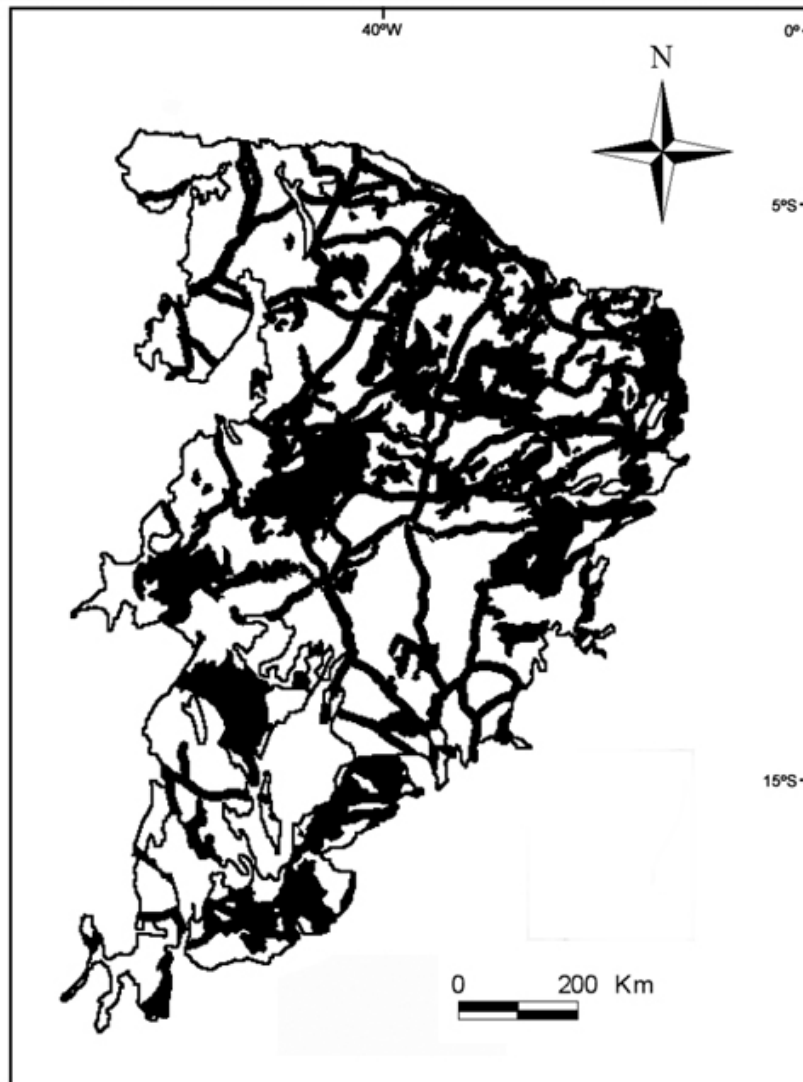


Figura 5. As áreas em preto representam as áreas alteradas na Caatinga. Como áreas alteradas entende-se as áreas de atividade agrícola mais a “zona de efeito da estrada” (7 km) ao longo das principais rodovias da Caatinga.

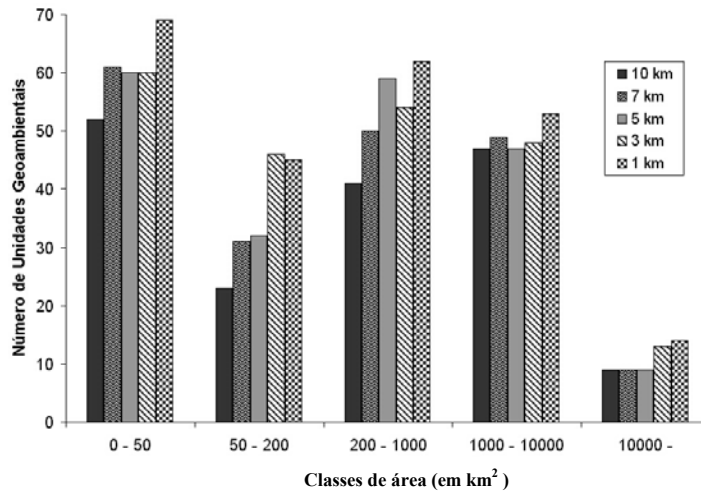


Figura 6. Distribuição das “ilhas” de áreas de baixo impacto em categorias de tamanho na Caatinga. Note que a maioria das “ilhas” está na categoria de menor tamanho.

A perda destas paisagens tem conseqüências graves para a manutenção da biodiversidade. Chapin *et al.* (2000) afirmam que a mudança na composição das paisagens pode afetar o relacionamento entre as espécies, o que pode levar a um desequilíbrio ecológico. Os autores afirmam também que espécies endêmicas têm uma maior susceptibilidade às mudanças em seus domínios. Conclui-se que a perda destas UGs pode levar ao desaparecimento das espécies endêmicas encontradas na Caatinga.

Com base no mapa que prediz de forma mais realista a distribuição da área alterada pelo homem na região da Caatinga (Figura 5), as seguintes recomendações podem ser feitas:

- Novas unidades de conservação devem ser criadas no centro das grandes áreas nucleares de vegetação original ainda existente entre as áreas alteradas. Isto garantiria

uma proteção maior para estas áreas e um custo menor de fiscalização (Peres & Terborgh 1995).

- Pelo menos uma grande unidade de conservação de tamanho apropriado (com no mínimo 250.000 ha de área; 2.500 km²) deve ser criada em cada uma das “ilhas” de baixo impacto. Naturalmente, estas reservas devem complementar a representatividade ambiental do sistema de unidades de conservação atualmente existente (Tabarelli *et al.* 2000).
- Estratégias devem ser desenvolvidas para utilizar, de forma eficiente, para fins econômicos, as áreas de caatinga já alteradas, evitando assim pressões sobre áreas ainda pouco alteradas.
- As UGs que sofreram grandes alterações e fragmentação devem ter prioridades em estudos futuros sobre a diversidade da Caatinga.

Referências bibliográficas

- ANDRADE-LIMA, D. 1982. The caatingas dominium. *Revista Brasileira de Botânica* 4: 149-153.
- BIERREGAARD, R. O., & T. E. LOVEJOY JR. 1989. Effects of forest fragmentation on Amazonian understory bird communities. *Acta Amazônica* 19: 215-241.
- BUCHER, E. H. 1982. Chaco and caatinga – South American arid savannas, woodlands and thickets. Pp. 48-79 *in*: B. J. Huntley & B. H. Walther (eds.) *Ecology of tropical savannas*. Springer-Verlag, New York.
- CHAPIN, F. S., E. S. ZAVALA, V. T. EVINER, R. NAYLOR, P. M. VITOUSEK, H. L. REYNOLDS, D. U. HOOPER, S. LAVOREL, O. E. SALA, S. E. HOBBIIE, M. C. MACK, & S. DIAZ. 2000. Consequences of changing biodiversity. *Nature* 405: 234-242.

- EMBRAPA. 2000. ZANE DIGITAL - Zoneamento Agroecológico do Nordeste do Brasil. V. 1.0.20, Brasília.
- ESRI. 1998. *Arcview GIS 3.2a*. ESRI, U.S.A.
- FERRI, M. G. 1980. *A vegetação brasileira*. EDUSP, São Paulo.
- FORMAM, R. T. T. 1995. *Land mosaics: the ecology of landscapes and regions*. Cambridge University Press, Cambridge.
- FORMAM, R. T. T. 2000. Estimate of the area affected ecologically by the road system in the United States. *Conservation Biology* 14: 31-35.
- GARDA, E. C. 1996. *Atlas do meio ambiente do Brasil*. Editora Terra Viva, Brasília.
- HAGAN, J. M., W. M. HAEGEN, & P. S. MCKINLEY. 1996. The early development of forest fragmentation effects on birds. *Conservation Biology* 10: 188-202.
- HEYER, R. H. 1988. On frog distribution patterns east of the Andes. Pp. 245-273 in: P. E. Vanzolini & R. H. Heyer (eds.) *Proceedings of a Workshop on Neotropical Distribution Patterns*. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, Brasil.
- IBGE. 1993. *Mapa de vegetação do Brasil*. IBGE, Rio de Janeiro.
- MMA. – Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. 1998. *Desertificação: caracterização e impactos*. Brasília.
- MMA. – Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. 2002. *Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Caatinga*. Universidade Federal de Pernambuco, Conservation International do Brasil e Fundação Biodiversitas, Brasília.
- PERES, C. A., & J. W. TERBORGH. 1995. Amazonian nature reserves: an analysis of the defensibility status of conservation units and design criteria for the future. *Conservation Biology* 9: 34-46.

C. H. M. Castelletti et al.

- RODAL, M. J. 1992. *Fitossociologia da vegetação arbustivo-arbórea em quatro áreas de caatinga em Pernambuco*. Tese de doutorado. Universidade de Campinas, Campinas.
- SAMPAIO, E. V. S. B. 1995. Overview of the Brazilian caatinga. Pp. 35-58 in: S. H. Bullock, H. A. Mooney, & E. Medina (eds.) *Seasonally dry forests*. Cambridge University Press, London.
- SANTOS, A. M. & M. TABARELLI. 2002. Distance from roads and cities as a predictor of habitat loss and fragmentation in the caatinga vegetation of Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 62: 897-905.
- SILVA, J. M. C., & D. C. OREN. 1997. Geographic variation and conservation of the Moustached Woodcreeper (*Xiphocolaptes falcirostris*), an endemic and threatened species of northeastern Brazil. *Bird Conservation International* 7: 263-274.
- Tabarelli, M., J. M. C. Silva, A. M. M. Santos & A. Vicente. 2000. Análise de representatividade das unidades de conservação de uso direto e indireto na Caatinga: análise preliminar. Pp. 13 in: J. M. C. Silva & M. Tabarelli (coord.) *Workshop Avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade do bioma Caatinga*. Petrolina, Pernambuco. www.biodiversitas.org.br/caatinga.
- TROMBULAK, S. C., & C. A. FRISSELL. 2000. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. *Conservation Biology* 14: 18-30.
- WIENS, J. A. 1994. Habitat fragmentation: island v. landscape perspectives on bird conservation. *Ibis* 137: 97-104.

VARIÁVEIS MÚLTIPLAS E DESENHO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO: UMA PRÁTICA URGENTE PARA A CAATINGA

André Mauricio Melo Santos & Marcelo Tabarelli

Introdução

Existem evidências de um atual processo de extinção em massa no planeta (Myers 1990, Raven 1990, Soulé & Terborgh 1999). Dos 2 a 4% de espécies que “resistiram” aos cinco principais eventos dessa magnitude (Dobson 1996), cerca de 10 a 20% poderão se tornar extintas nos próximos 20 a 50 anos (Wilson 1989), conseqüência da forma desordenada de ocupação humana (ver Primack 1995). Por outro lado, mais de 130 nações do mundo protegem cerca de 5% da superfície da terra sob a forma de aproximadamente 7000 unidades de conservação (McNeely 1992). Países como a Costa Rica (28%), Chile (18,2%), Venezuela (15%), Equador (11,7%) e Estados Unidos (11%) protegem parcela representativa de seus territórios nacionais (ver UICN 1992, 1993). No entanto, as localizações, áreas e desenhos de boa parte das unidades de conservação do mundo podem não estar dando suporte aos processos ecológicos necessários para garantir a conservação biológica (Pressey 1994) nas mais largas escalas espaciais, temporais e taxonômicas (ver Myers & Giller 1988).

Na verdade, a criação de unidades de conservação eficientes (*sensu* Pressey & Nicholls 1989) é uma questão longe de ser simples. Em princípio, pode-se agrupar as abordagens biológicas em apenas três níveis básicos: nível de espécie (*i.e.*, população) (Simberloff 1998, Troumbis & Dimitrakopoulos 1998, Balmford & Lang 2000, Watson *et al.* 2000, Watson & Paull 2001), nível de comunidade (Primack 1995) e nível ecossistêmico (Awimbo & Overmars 1996, Pressey *et al.* 2000, Pressey & Taffs 2001). No entanto, o uso combinado desses níveis de abordagens pode aumentar a chance de conservação efetiva da biodiversidade. No nível de espécies, por exemplo, pode-se considerar espécies únicas (bandeira, guarda-chuva ou chave) (Simberloff 1998), espécies agrupadas em níveis taxonômicos mais altos (Meffe & Carroll 1997, Balmford & Lang 2000) ou grupos de espécies formadas a partir de suposições, como raridade ou nível de ameaça (Simberloff 1998, Myers *et al.* 2000). No nível de comunidade, a seleção de áreas prioritárias pode se fundamentar nos princípios dos *hotspots*, *threatspots* (Simberloff 1998, Troumbis & Dimitrakopoulos 1998, Myers *et al.* 2000) ou *wilderness areas* (Primack 1995). Finalmente, no nível ecossistêmico devem ser considerados fenômenos ameaçados (Brower 1997) e aspectos biogeográficos históricos (Rosen 1988, Troumbis & Dimitrakopoulos 1998) e ecológicos (Schoener 1988), envolvendo fatores ainda mais complexos. Cada uma dessas abordagens, combinadas com interesses políticos, sociais e econômicos (Pressey 1994, Kirkpatrick 1999, Clarke 2001), pode levar à seleção de diferentes áreas, diferentes desenhos de unidades de conservação (ver Woinarski *et al.* 1996) e contemplar diferentes taxa. Não existe congruência entre os métodos (Balmford 1998), que podem ser mais ou menos eficientes de acordo com cada situação particular (Pressey *et al.* 1997, Fahrig 2001).

No Brasil, por exemplo, 8,13% de sua área está protegida sob a forma de unidades de conservação, mas os processos de seleção de parte dessas unidades não foram fundamentados a partir de bases puramente científicas (ver Pádua 1981, Rylands & Pinto 1998). Na década de 1980, muitas unidades de conservação foram estabelecidas sem resistência por parte dos governos de estado, pelo simples fato de terem sido evitadas áreas de interesses sociais, econômicos ou políticos (ver Pádua 1981). Dessa forma, é bastante provável que alguns dos planos de conservação não tenham beneficiado as espécies que ainda existem nesse país. Além disso, apesar de importantes, regiões que não se sobressaíram pela riqueza de espécies ou pelo grau de endemismo foram preteridas no processo de seleção de áreas prioritárias (ver Myres *et al.* 2000).

A Caatinga é um exemplo típico de regiões importantes por pelo menos dois motivos que vão além da riqueza e diversidade de espécies. Primeiro, mais de 25 milhões de habitantes (IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) possuem condições de vida inadequadas e acabam utilizando os recursos naturais de forma equivocada (Sampaio & Mazza 2000). Essa prática vem levando a Caatinga a se transformar em um dos setores mais ameaçados do país (Castelletti *et al.* 2000), apresentando cerca de 15% de áreas já desertificadas (Drumond *et al.* 2000). Segundo, a Caatinga é um ecossistema exclusivamente brasileiro e a porção não desertificada não é tão pobre quanto se acreditava (Andrade-Lima 1981, Rodal 1992, Sampaio 1995, Silva & Dinnouti 1999). Na verdade, a Caatinga é um dos setores menos estudados do Brasil e, por isso, sua diversidade biológica foi subestimada (Silva & Dinnouti 1999). Para se ter uma idéia, 41% da região não foi amostrada e 80% foi subamostrada, sendo as áreas menos impactadas as com menores esforços de coleta (Tabarelli *et al.* dados não publicados).

Recentemente, um *workshop* para seleção de áreas prioritárias para a Caatinga levantou o maior número de espécies já registrado em qualquer publicação sobre a fauna e flora desse ecossistema, selecionando 57 áreas para conservação (MMA 2002). No entanto, ainda não foram realizadas análises para propor qual a melhor estratégia para definir desenhos de unidades de conservação. Na realidade, decidir estratégias para a conservação da biodiversidade envolve uma série de fatores que devem ser considerados em conjunto (Margules & Pressey 2000). Admitindo que o objetivo da unidade seja manter os processos ecológicos capazes de garantir a biodiversidade local e contribuir no nível regional, há necessidade do máximo de conhecimento biológico da região. Por outro lado, talvez não haja tempo suficiente para o levantamento de informações sobre aspectos biológicos de algumas regiões antes que os organismos desapareçam por completo (ver Riddle & Hafner 1999). Nesse caso, as melhores estratégias devem ser aquelas que não dependem de informações biológicas diretas, mas sim de suposições ecológicas fundamentadas em conhecimentos prévios (Awimbo & Overmars 1996, Woinarski *et al.* 1996, Kirkpatrick 1999, Prendergast *et al.* 1999, Wessels & Jaarsveld 1999, Fairbanks & Benn 2000, Maddock & Benn 2000, Polasky *et al.* 2000, Pressey *et al.* 2000, Fairbanks *et al.* 2001).

Diante da situação emergencial em que a Caatinga se encontra (MMA 2002), a forma mais rápida, simples e eficiente para definir desenhos de unidades de conservação é através da criação de algoritmos de seleção de áreas (Prendergast *et al.* 1999) independentes do uso de informações biológicas. Assim, o objetivo deste trabalho foi definir uma unidade de conservação com base em suposições ecológicas e informações abióticas disponíveis. Neste estudo piloto, realizado na região de Xingó, estados de Alagoas e Sergipe, foi defendido um critério de proporcionalidade das variáveis gerais da região como um indicativo da maximização

dos processos ecológicos. Partiu-se da premissa de que quanto mais equitativa a representatividade das variáveis de uma região capturada pela unidade de conservação, maior a escala taxonômica favorecida por um menor espaço e, conseqüentemente, maior poderá ser a escala temporal da conservação por um menor custo (Main *et al.* 1999, Drechsler & Wätzold 2001). Para testar a eficiência do algoritmo, a unidade de conservação proposta foi comparada com uma unidade de conservação atualmente estabelecida. As informações biológicas que estão sendo acumuladas (*e.g.*, neste livro) servirão para testar se as suposições ecológicas e o algoritmo proposto definiram um desenho de unidade de conservação eficiente. Depois de testado, esse modelo pode ser extrapolado para toda a região da Caatinga ou usado para definir áreas prioritárias em outras regiões com carência de informações biológicas.

Material e métodos

Caracterização da Caatinga

A Caatinga ocupa uma área de aproximadamente 800.000 km², representando 70% da região Nordeste e 11 % do território nacional (Bucher 1982). A região apresenta apenas dois limites relativamente bem definidos. Ao norte, é limitada por uma pequena faixa de vegetação psamófila e pelo mar (Cole 1986); ao leste, é limitada pela Floresta Atlântica, onde há uma zona de transição denominada agreste (Bucher 1982). Os demais limites da região são compostos por variações de cerrados que ocorrem em função das diferentes precipitações causadas pelos acidentes orográficos (Andrade-Lima 1981).

Esse ecossistema apresenta alta temperatura, com as variações diárias mais importantes do que as anuais (Bucher 1982).

O clima é semi-árido e árido, com chuvas intermitentes torrenciais e com períodos de 6 – 9 meses de seca (Sampaio 1995). A precipitação anual é de 750 mm sobre a maior parte da Caatinga, podendo chegar a 500 mm em sua porção central (Bucher 1982). Os solos da região são agrupados em grandes áreas de mesma classificação, mas podem apresentar variações em escalas menores (Sampaio 1995). Os solos sobre o embasamento cristalino tendem a ser rasos, usualmente classificados em litossolo, regossolo e bruno não cálcico; os solos sobre o material sedimentar tendem a ser profundos e arenosos, usualmente classificados como latossolo, podzólico e areia quartzosa (Sampaio 1995).

A vegetação da Caatinga é caracterizada por plantas espinhosas e decíduais, recebendo a denominação de savana estépica em função de suas semelhanças com a florística de áreas estépicas dos climas temperados pré-andinos da Argentina e da Bolívia (Veloso *et al.* 1991). As famílias mais frequentes são Caesalpinaceae, Mimosaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae e Cactaceae, sendo os gêneros *Senna*, *Mimosa*, e *Pithecellobium* os mais bem representados (Drummond *et al.* 2000).

Segundo Sampaio (1995), a região semi-árida possui um longo histórico de perturbação. Essa perturbação se iniciou desde a “... mal denominada colonização branca...” (Sampaio & Mazza 2000), quando a pecuária, cana-de-açúcar e mineração se estabeleceram, principalmente ao longo dos grandes rios e de seus afluentes (Coimbra-Filho & Câmara 1996). Atualmente, a região apresenta uma grande diversidade sócio-econômica (Sampaio & Mazza 2000) e inclui uma grande variedade de modelos de padrões de produção agrícola, diferentes níveis de desenvolvimento e diferentes graus de integração da agricultura na economia urbana (Sampaio 1995).

Área de estudo

O estudo foi realizado na região de Xingó, onde atualmente existe uma unidade de conservação delimitada pela Companhia Hidrelétrica do São Francisco (CHESF). Nessa região foi definido um polígono de 2925 Km² (292.500 ha), com seu ponto central nas coordenadas 09°36'96"S, 36°50'88"W. A área contempla uma parte do sul do Estado de Alagoas e outra do norte do Estado de Sergipe, sendo cortada em sua porção central pelo rio São Francisco. No polígono estudado, sete pequenas cidades (*i.e.*, Poço Redondo, Delmiro Gouveia, Canindé do São Francisco, Olho D'Água do Casado, Piranhas, Entremontes e Capim Grosso), que são ligadas por aproximadamente 145 km de estradas pavimentadas, vêm contribuindo para o aumento do número de fragmentos pequenos e para a alta fragmentação de hábitat da região (Santos & Tabarelli 2002).

Estratégia proposta

Em função da urgência para conservação e da carência de informações sobre a biota da Caatinga (MMA 2000, Andrade-Lima 1981, Silva & Dinnouti 1999), uma das estratégias mais eficientes se fundamenta na criação de algoritmos de seleção que combinam variáveis de acordo com critérios biológicos preestabelecidos (Pressey *et al.* 1997). Os algoritmos de seleção de áreas são ferramentas matemáticas que permitem análises a partir de variáveis múltiplas (Fahrig 2001) e retornam respostas espaciais (Peterson *et al.* 2000). O objetivo básico dessa ferramenta é dar ênfase a regiões que somem os maiores valores correspondentes às análises realizadas. Neste trabalho, foram usados pixels (menores unidades de uma imagem matricial) representando parcelas de 250 x 250 m da região. Cada pixel serviu como uma unidade de análise.

Para Xingó, foi criado um algoritmo que considerou a representatividade (*i.e.*, quantidade de variáveis contempladas) proporcional dos atributos (*e.g.*, solo bruno não-cálcico) de cada variável (*e.g.*, tipos de solo) dentro dos limites da região estudada. Partiu-se da premissa de que quanto maior a área de um atributo na região, maior deveria ser sua área na unidade de conservação (*i.e.*, critério de proporcionalidade). Esse critério foi fundamentado em dois princípios básicos: (1) a forma proporcional como os atributos se distribuem na região foi definida ao longo de um grande intervalo de tempo geológico, de forma que (2) quanto maior a área desses atributos na região, maior deve ser a riqueza e diversidade de espécies a eles associados. Além da representatividade proporcional dos atributos, quatro outros fatores abióticos mediram correlação de forças para definir o melhor desenho de unidade de conservação.

Fatores abióticos utilizados e bases cartográficas

Para a proposta de conservação na região de Xingó, foram consideradas nove variáveis: solo, vegetação, potencial dos recursos hídricos, remanescentes de caatinga aberta, remanescentes de caatinga densa, densidade de rede de drenagem, distância das estradas, distância das cidades e unidade de conservação atualmente implementada. O solo, a vegetação e o potencial dos recursos hídricos foram digitalizados a partir das folhas SC.24/25 ARACAJU/RECIFE (escala 1:250000) do projeto RADAMBRASIL (1983); a rede de drenagem, as cidades e as estradas foram digitalizadas a partir de cartas obtidas junto à Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE); os tipos de vegetação e os tamanhos dos fragmentos foram obtidos a partir do processamento da imagem 214/66 (LandSat TM, bandas 3, 4 e 5) do ano de 1995 e 1996; os limites da unidade de

conservação atual da CHESF foram obtidos junto à Secretaria de Tecnologia e Meio Ambiente de Pernambuco (SECTMA).

Pesos das variáveis

Cada atributo de cada variável contribuiu para o valor dos pixels de acordo com as suas implicações para seleção da melhor área para conservação. Os diferentes tipos de solo, de estrutura da vegetação, de vegetação original e de potencial dos recursos hídricos, forneceram os valores a partir de suas representatividades na região. Quanto maior a representatividade, maior a contribuição dessas variáveis para os valores dos pixels. Para a rede de drenagem foi criado um *ranking* de densidade por parcelas de 9 km². Os pixels das parcelas com maiores densidades receberam valores maiores. Para as cidades e estradas foram criadas cinco classes de distância, as quais os pixels mais afastados receberam valores maiores. Foram criadas, também, classes de tamanho dos fragmentos, sendo os fragmentos grandes os de valores mais altos. Finalmente, os pixels que corresponderam à unidade de conservação atualmente implementada receberam o valor máximo (*i.e.*, 1), enquanto os que representaram as áreas fora dessa unidade receberam valores mínimos (*i.e.*, 0). Esse procedimento permitiu que a unidade proposta fosse “atraída” para as proximidades da unidade atualmente estabelecida. Os melhores atributos de cada um dos fatores receberam valores máximos igual a 1 e os demais corresponderam a frações desse valor.

O valor final de cada pixel foi determinado a partir da média aritmética simples de todos os valores de pixels (Figura 1, Apêndice). Os Pixels foram classificados dentro das categorias: (a) área nuclear (ótimas condições), (b) área de conexão (boas condições), (c) área de suporte (sem expressão) e (d) área de descarte (péssimas condições). Todas as análises espaciais foram

realizadas com o uso do Software ArcView GIS 3.2a módulo básico e extensão Spatial Analyst (ESRI 1998).

Corredores e zona tampão

Alguns corredores foram sugeridos para conectar os fragmentos da unidade de conservação proposta. Os melhores caminhos para o estabelecimento dos corredores também foram definidos com base nas classes de importância definidas pelo algoritmo de seleção. Foram selecionadas as áreas as quais os pixels receberam os maiores valores após o cruzamento (*i.e.*, área nuclear e de conexão). Foi sugerida também uma “zona tampão” (Rylands & Pinto 1998), que pode funcionar como áreas de amortecimento da pressão antrópica (ver Galetti 2001) e/ou áreas que permitam possíveis variações espaciais (Meffe & Carroll 1997) decorrentes de alterações climáticas de larga escala temporal e espacial.

Análises estatísticas

Foi usada a estatística U de Mann-Whitney (Sokal & Rohlf 1996) para testar a hipótese de que os fragmentos da unidade de conservação proposta eram, em média, maiores que os fragmentos da unidade de conservação atualmente estabelecida. Foi usado o teste G (Sokal & Rohlf 1996) para verificar se existe diferença significativa na frequência de pixels representando as variáveis entre as unidades de conservação proposta e atualmente estabelecida. Como alguns atributos das variáveis estavam ausentes nas unidades de conservação, o teste G foi aplicado apenas para aqueles atributos que ocorriam na região e em ambas as unidades (*i.e.*, atualmente estabelecida e proposta).

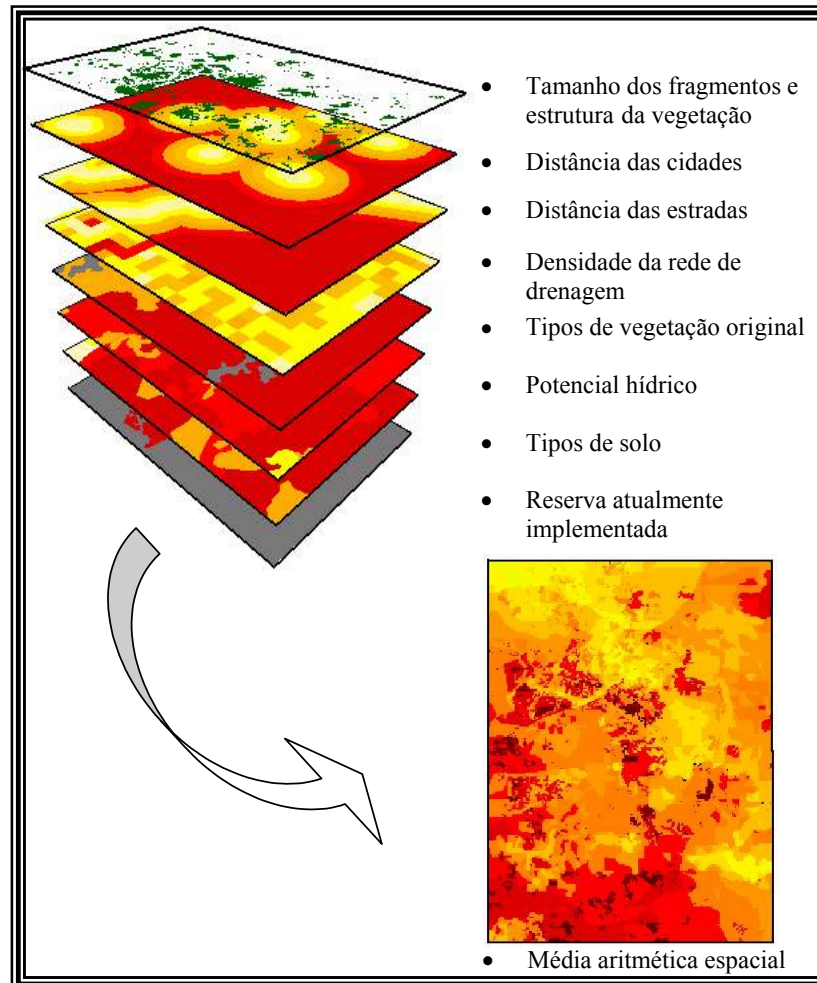


Figura 1. Sobreposição de todas as variáveis consideradas no modelo de seleção de áreas para a definição do desenho de unidade de conservação da região de Xingó, estados de Alagoas e Sergipe, Brasil. Vermelho = maiores valores; amarelo = menores valores (v. Apêndice).

Resultados

Representatividade, classes de distância e pesos dos pixels

As variáveis ambientais estudadas na região não se distribuíram espacialmente de forma eqüitativa (Tabela 1), por isso receberam pesos bastante diferentes (Tabela 2). Com exceção da estrutura da vegetação (*i.e.*, aberta/fechada), os solos ($G = 378,41$; $gl = 4$; $p < 0,001$), os tipos vegetacionais originais ($G = 290,67$; $gl = 3$; $p < 0,001$) e os potenciais de retenção de água no solo ($G = 297,11$; $gl = 4$; $p < 0,001$) ocorreram com áreas relativas muito diferentes. Os solos regossolo distrófico (Re) (14,59%), bruno não-cálcico (NC) (36,54%) e planossolo solódico eutrófico (Ps) (43,54%), em conjunto, representaram aproximadamente 94% (267851,41 ha) da área estudada, destacando-se frente aos solos podzólico vermelho-amarelo eutrófico (PE) (0,66%) e litólicos eutróficos (RE) (3,71%). Quanto à vegetação, o tipo estepe arbórea aberta (Eas) (50,54%) representou aproximadamente a metade da

Tabela 1. Representatividade dos atributos de cada variável usada no processo de seleção de áreas prioritárias para a região de Xingó, estados de Alagoas e Sergipe, Brasil.

Variáveis/atributos	Área (ha) – %
I. Estrutura da vegetação	
Vegetação aberta	20244,86 – 54,45
Vegetação densa	16908,78 – 45,51
II. Tipos de solo	
Re	41325,91 – 14,59
NC	103471,72 – 36,54
PS	123053,77 – 43,54
PE	1872,03 – 0,66
RE	10506,71 – 3,71
III. Tipos de vegetação	
Eas	143058,85 – 50,54
Eds	101153,55 – 35,74 %
AP	10967,82 – 3,87 %
Acc	27867,45 – 9,84 %
IV. Potencial hidrico	
4eD	112460,63 – 39,75
4eC	106675,54 – 37,70
4eB	38997,27 – 13,78
4dD	13150,69 – 4,65
4dC	11631,97 – 4,11

Tabela 2. Pesos obtidos pelos atributos das variáveis em função das representatividades, densidades ou classes de distâncias. Estes pesos foram usados no algoritmo de seleção.

Fatores analisados (forma analisada)	Peso
Vegetação (representatividade)	
Eas – estepe arbórea aberta	1
Eds – estepe arbórea densa	0,31
Acc – agricultura cultura cíclica	0,19
Ap – agropecuária/pastagens	0,08
Estrutura da Vegetação (representatividade)	
Vegetação densa	1
Vegetação aberta	0,56
Solo (representatividade)	
NC - bruno não-cálcico	1
Ps - planossolo solódico eutrófico	0,56
Re - regossolo distrófico	0,17
RE - solos litólicos eutróficos	0,08
F - pequena "área urbana"	0,02
PE - podzólico vermelho-amarelo eutrófico	0,01
Potencial dos recursos hídricos* (representatividade)	
4eD	1
4eC	0,89
4eB	0,16
4dD	0,11
4dC	0,1
Área atualmente protegida (sim/não)	
Unidade de conservação atual	1
Região fora da unidade de conservação	0
Tamanho dos fragmentos (classes de tamanho) e Densidade da rede de drenagem (classes de densidade)	
A - extremamente alto	1
B - muito alto	0,83
C - alto	0,66
D - médio	0,5
E - baixo	0,33
F - muito baixo	0,17
Distância das cidades (classes de distância)	
Distância das estradas (classes de distância)	

Fatores analisados (forma analisada)	Peso
A - muito próximo	0,17
B - próximo	0,33
C - proximidade mediana	0,5
D - distante	0,66
E - muito distante	0,83
F - extremamente distante	1

* ver tabela com definição de cada item (Tabela 3)

área estudada e a segunda maior área de distribuição ocorreu para o tipo estepe arbórea densa (Eds) (35,74%). Em conjunto, estes dois tipos de vegetação original representaram 86,27% da área total. As áreas com agropecuária e pastagens (AP) (3,87%) e de agricultura de cultura cíclica (Acc) (9,84%) ocuparam o restante da região. Finalmente, a região apresentou 39,75% da sua área com fraco nível de águas subterrâneas (4eD), 37,70% com médio nível de águas subterrâneas (4eC) e 13,78% com bons níveis de águas subterrâneas. O restante da região apresentou um excedente hídrico um pouco melhor, mas os níveis de águas subterrâneas não foram bons (4dD - 4,65% e 4dC - 4,11%) (Tabela 2; v. Tabela 3).

A região apresentou grande heterogeneidade quanto aos tamanhos dos fragmentos, as classes de densidade da rede de drenagem e as distâncias das cidades e estradas. Por exemplo, os fragmentos apresentaram um tamanho médio de $18,46 \pm 115,39$ ha, sendo encontrados muitos remanescentes pequenos (< 10 ha) e alguns poucos relativamente grandes (> 200 ha). O maior deles apresentou aproximadamente 3000 ha de área. Quanto às classes de densidade de rede de drenagem, mais da metade da região foi classificada como extremamente alta (11,81%) e muito alta (42,12%), restando aproximadamente 12% (Peterson *et al.* 2000) das parcelas com valores médios e menos de 10% com valores baixos (3,93%) ou muito baixos (2,12%). Quanto às classes de

distância das cidades e estradas, a região apresentou cerca de 50% de áreas extremamente distantes ou muito distantes.

A sobreposição de todas as variáveis determinou a presença de 36,09% de área nuclear, 36,49% de área de conexão, 21,52% de área de suporte e 5,88% de área descartada. Considerando que a unidade de conservação deve usar principalmente áreas nucleares e áreas de conexão, um pouco menos de um terço (suporte + descartada = 27,4%) da região apresentou condições ruins, não devendo estar presente na unidade.

Tabela 3. Identificação das classes de potencial de recursos hídricos.

Legenda	Denominação
4eD	Distribuição anual superconcentrada, com excedente hídrico muito fraco e fraco nível de águas subterrâneas
4eC	Distribuição anual superconcentrada, com nível excedente muito fraco e médio nível de águas subterrâneas
4eB	Distribuição anual superconcentrada, com nível de excedente muito fraco e com bom nível de águas subterrâneas
4dD	Distribuição anual superconcentrada, com nível de excedente fraco e nível de águas subterrâneas fraco
4dC	Distribuição anual superconcentrada, com nível de excedente fraco e nível de águas subterrâneas médio

Unidade de conservação atual vs. unidade de conservação proposta

A unidade de conservação atualmente estabelecida apresentou tipos de vegetação ($G = 5,22$; $gl = 1$; $p = 0,042$), tipos de solo ($G = 7,59$; $gl = 2$; $p = 0,022$) e potencial hídrico ($G = 10,15$; $gl = 2$; $p = 0,006$) com freqüências de pixels proporcionalmente diferentes da região analisada. Apenas a estrutura da vegetação (*i.e.*, densa/aberta) foi representada de forma proporcional (Figura 2). De forma contrária, a unidade de conservação proposta (Figura 3) apresentou proporcionalidade nas freqüências de pixels dos tipos de

vegetação, dos potenciais hídricos e da estrutura da vegetação. Apenas os tipos de solo apresentaram a distribuição de frequência de pixels significativamente diferentes ($G = 11,56$; $gl = 2$; $p = 0,003$) (Figura 4).

Além de representar melhor a região como um todo, a unidade de conservação proposta ainda apresentou uma maior frequência de pixels representando as maiores densidades de rede de drenagem ($G = 438,68$; $gl = 5$; $p < 0,001$) (Figura 5) e as áreas mais afastadas das cidades ($G = 65,82$; $gl = 4$; $p < 0,001$) (Figura 6). Quanto a distância das estradas, apesar de não ter havido diferença significativa entre as unidades atual e proposta, a segunda apresentou aproximadamente 28% de sua área a uma distância extremamente alta (> 12 km), enquanto na primeira não ocorreram fragmentos localizados a distância tão grande (Figura 7). Finalmente, a unidade de conservação proposta apresentou aproximadamente 75% de áreas nucleares (35,37%) e de conexão (39,45%), além de cobrir aproximadamente 31,6% (3429,02 ha) da unidade de conservação atualmente estabelecida. Não foi observada diferença significativa no tamanho médio dos fragmentos entre as unidades.

Discussão

Representatividade, classes de distância e peso dos pixels

A distribuição das variáveis ambientais na região de Xingó evidenciou a importância da representatividade e proporcionalidade de forma combinada no processo de seleção de áreas prioritárias para conservação. Dentre as variáveis estudadas, apenas uma apresentou-se distribuída de forma equitativa na região, enquanto as demais apresentaram alguns atributos com áreas de distribuição que se sobressaíram. Os tipos de solo “Re” e “NC”, por exemplo, representaram 94% da área total e o tipo de vegetação “Eas”

apresentou área maior do que o tipo “Eds”. O mesmo ocorreu com relação aos diferentes potenciais hídricos, onde apenas dois deles

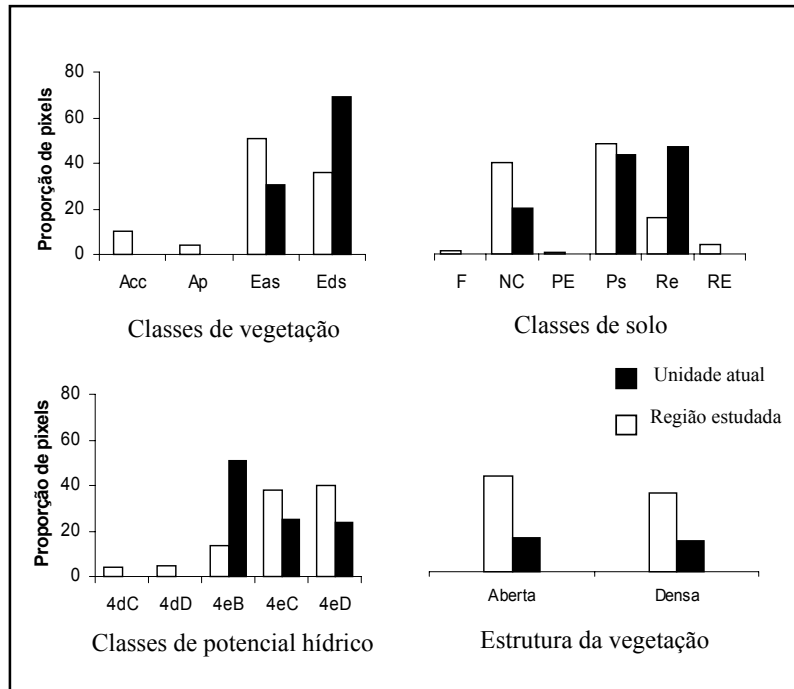


Figura 2. Representatividade de pixels (em porcentagem) referentes aos atributos das variáveis presentes na região estudada e na unidade de conservação atualmente estabelecida.

ocorreram com áreas relativamente grandes. Dessa forma, mesmo que uma unidade de conservação contemple todas as variáveis ambientais presentes na região (*i.e.*, máxima representatividade), o benefício real no sentido da maximização dos processos ecológicos

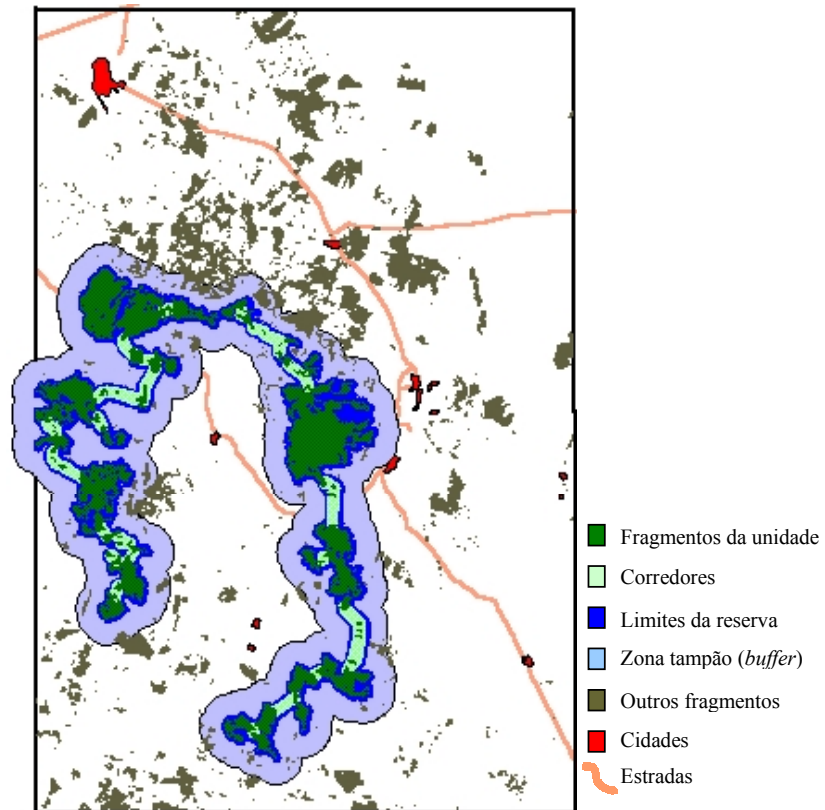


Figura 3. Mapa final da unidade de conservação proposta. Neste mapa estão presentes os limites, os fragmentos e os corredores necessários para otimizar os processos ecológicos da região de Xingó, estados de Alagoas e Sergipe, Brasil. Estão presentes também a zona tampão (*buffer*), as cidades, as estradas e os fragmentos que não foram selecionados.

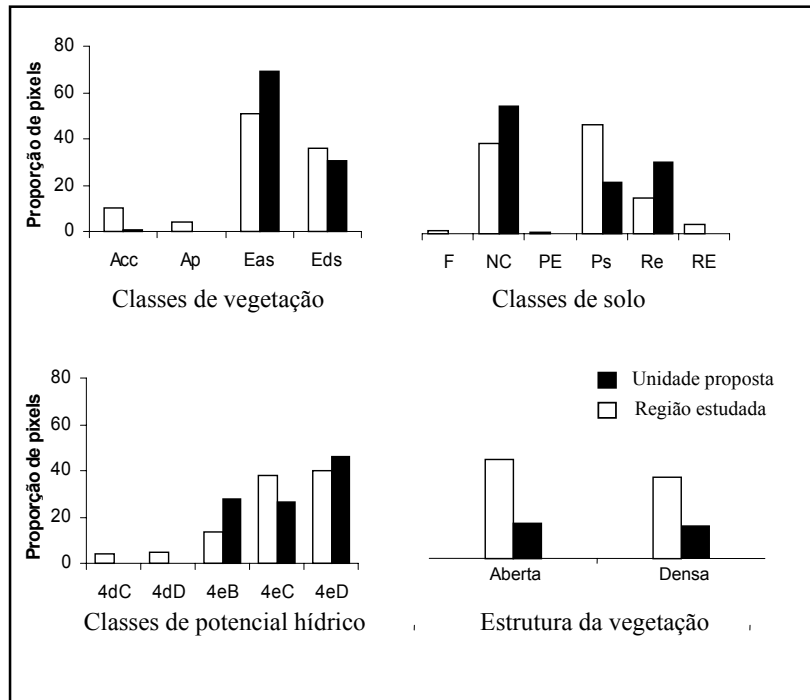


Figura 4. Representatividade de pixels (em porcentagem) referentes aos atributos das variáveis presentes na região estudada e na unidade de conservação proposta.

na mais ampla escala taxonômica ainda depende da proporção em que cada uma dessas variáveis foi selecionada (*i.e.*, proporcionalidade). Por outro lado, as variáveis (1) tamanho dos fragmentos (Bierregaard *et al.* 1992, Turner & Corlett 1996), (2) densidade da rede de drenagem (Forman 1995), (3) distância das cidades e estradas (Santos & Tabarelli 2002) e (4) proximidade da unidade atualmente estabelecida (Margules & Pressey 2000) concorreram com a representatividade proporcional para indicar

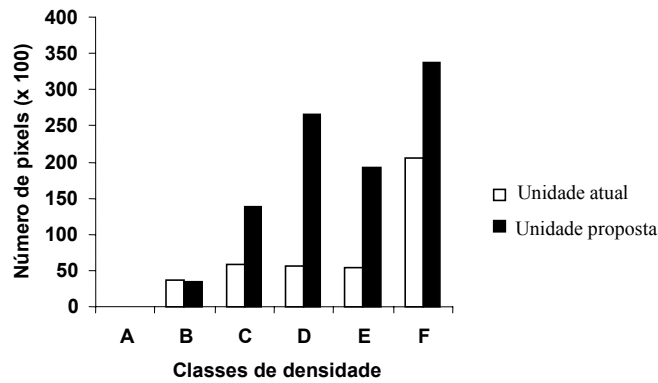


Figura 5 - Número de pixels em diferentes classes de densidade de rede de drenagem na unidade de conservação atualmente estabelecida e na unidade de conservação proposta para a região de Xingó, estados de Alagoas e Sergipe, Brasil. Classes de densidade: (A) extremamente alta, (B) muito alta, (C) alta, (D) média, (E) baixa e (F) muito baixa.

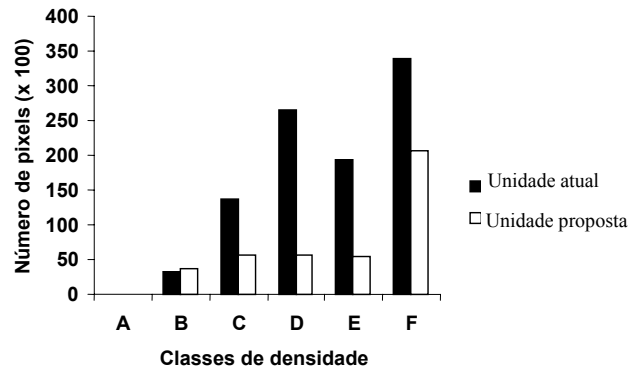


Figura 6. Número de pixels em diferentes classes de distância das cidades na unidade de conservação atualmente estabelecida e na unidade de conservação proposta para a região de Xingó, estados de Alagoas e Sergipe, Brasil. Classes de distância: (A) muito próximo, (B) próximo, (C) proximidade mediana, (D) distante, (E) muito distante e (F) extremamente distante.

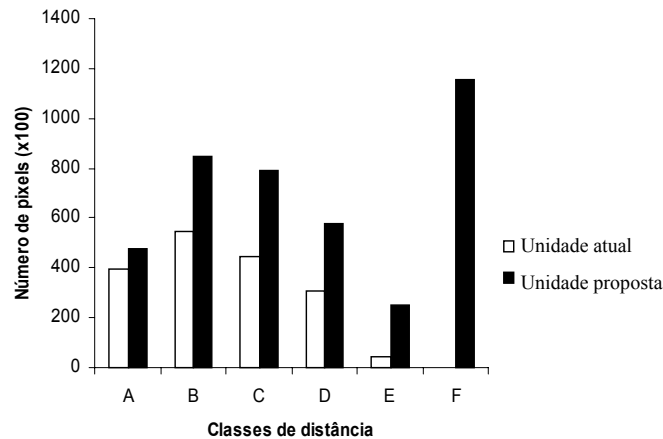


Figura 7. Número de pixels em diferentes classes de distância das estradas na unidade de conservação atualmente estabelecida e na unidade de conservação proposta para a região de Xingó, estados de Alagoas e Sergipe, Brasil. Classes de distância: (A) muito próximo, (B) próximo, (C) proximidade mediana, (D) distante, (E) muito distante e (F) extremamente distante.

qual o melhor desenho de unidade de conservação (*sensu* Pressey & Nicholls 1989). Como este conjunto de variáveis pode favorecer a exequibilidade dos processos ecológicos, a definição do desenho da unidade também dependeu deles.

Assim, em função da multiplicidade dos fatores que influenciaram o desenho, a unidade de conservação proposta neste trabalho não contemplou de forma proporcional todos os atributos de todas as variáveis analisadas, o que seria o ideal. No entanto, cada vez que um atributo não foi representado de forma perfeitamente proporcional ou até mesmo esteve ausente, a unidade ganhou no sentido da probabilidade de ocorrência dos processos ecológicos. Por exemplo, os tipos de solo “RE” e “PE” e os potenciais hídricos “4eC” e “4eD” estiveram presentes na região

estudada, mas estiveram completamente ausentes na unidade de conservação proposta. Isso aconteceu porque nas áreas de ocorrência desses atributos, combinações de fatores negativos também estiveram presentes, como: (a) presença de fragmentos pequenos, (b) baixa densidade da rede de drenagem, (c) alta proximidade das cidades e estradas e (d) distância da unidade de conservação atualmente implementada. Na verdade, o algoritmo de seleção usou, de forma combinada, todos os fatores considerados (*i.e.*, positivos e negativos) para definir um valor de importância relativa para cada pixel. Em outras palavras, os pixels com maiores valores foram, de fato, os que corresponderam às áreas que melhor suportaram as suposições ecológicas preestabelecidas no algoritmo de seleção.

Eficiência da unidade de conservação proposta

A comparação entre a unidade de conservação proposta e a atualmente estabelecida serviu para avaliar se o algoritmo de seleção realmente contrabalançou as variáveis de forma a otimizar os processos ecológicos. De fato, a unidade atualmente estabelecida apresentou proporcionalidade apenas para a estrutura da vegetação, enquanto a unidade proposta só não apresentou proporcionalidade para os tipos de solo. Além disso, a unidade proposta garantiu áreas com maiores densidades de rede de drenagem e maiores distâncias das cidades e estradas. Na realidade, apenas dois fatores não foram melhores na unidade proposta: tamanho dos fragmentos e proporcionalidade da estrutura da vegetação. Dessa forma, além de garantir parte da representatividade proporcional, o algoritmo de seleção usado ainda manteve as demais variáveis de acordo com as melhores condições para a manutenção dos processos ecológicos.

Se o algoritmo de seleção foi capaz de selecionar o que havia de melhor da região (de acordo com as suposições ecológicas), a

discussão sobre a eficiência da unidade de conservação proposta pode ser fundamentada em uma simples pergunta: a seleção de unidades de conservação sem o uso de informações biológicas é capaz de garantir o que realmente há de melhor em uma região? A pergunta é simples, mas a resposta envolve uma série de fatores que devem ser considerados em conjunto. De fato, apesar de existirem muitos métodos para seleção de áreas para conservação, a questão básica é satisfazer o trinômio espaço-tempo-eficiência com o menor custo possível (*sensu* Main *et al.* 1999). Se por um lado áreas muito grandes podem aumentar a chance de conservação (Diamond 1976), por outro, questões sociais, políticas e econômicas impedem sua livre seleção (Pressey 1994, Kirkpatrick 1999, Main *et al.* 1999, Clarke 2001). Assim, é importante a seleção de uma área em que o tamanho seja tão somente o necessário para manter os processos ecológicos por tempo indefinido (Cabeza & Moilanen 2001). Como existem diferentes objetivos para conservação (Margules & Pressey 2000) e diferentes realidades associadas a regiões específicas, o método a ser utilizado é mais uma decisão a ser tomada (Pressey *et al.* 1997). Na realidade, esta problemática tem contribuído para que muitas unidades de conservação tenham sido criadas sem critérios preestabelecidos (Pressey 1994, Cabeza & Moilanen 2001). O problema é que a falta de critérios prévios no processo de seleção de unidades de conservação dificulta a máxima representatividade das variáveis, é menos eficiente e custa muito mais (Pressey 1994). Admitindo a carência de dados biológicos o método usado para Xingó parece ter sido o mais eficiente.

Abordagem não biológica para Xingó

Para a região de Xingó o mais sensato foi o uso de um algoritmo de seleção sem a consideração de informações biológicas. Além dessas informações serem insuficientes para a

região, informações biológicas não são sinônimo de eficiência no processo de seleção de unidades de conservação. De fato, vários pesquisadores encontraram incongruências entre as diferentes abordagens (Woinarski *et al.* 1996, Pressey *et al.* 1997, Balmford 1998, Fahrig 2001). Para se ter uma idéia, em dois estudos de caso, o uso de espécie guarda-chuva e de espécie bandeira não foram melhores do que processos de seleção de áreas de forma aleatória (ver Cabeza & Moilanen 2001). Além disso, áreas grandes o suficiente para proteger espécies focais podem não ser as mesmas necessárias para proteger outras espécies importantes para o sistema (Meffe & Carroll 1997). Outros exemplos de abordagens biológicas sem garantia de eficiência estão relacionadas com o uso de *hotspots* ou de espécies endêmicas (Fjeldsa & Rahbek 1997). O primeiro, apesar de ter sido usado para definir as principais áreas de alta biodiversidade do mundo (ver Myers *et al.* 2000), só é interessante para grandes escalas, responde de forma diferente a diferentes taxa (Balmford 1998) e não detecta espécies ameaçadas (Myers *et al.* 2000). Quanto ao segundo, Fjeldsa & Rahbek (1997) verificaram que endemismos ocorrem principalmente em ecótonos e regiões com grandes contrastes topográficos e resistência local a neblina. Segundo esses autores, essa é a mesma região (em zonas tropicais) onde há maior pressão antrópica.

Mais recentemente, novas abordagens para conservação envolvendo informações biológicas têm sido apresentadas (Clarke 1995, Smith 1997, Sunnucks 2000, Fleishman *et al.* 2001, Matocq & Villa blanca 2001), o que tem trazido mais controvérsias do que ajudado a definir o melhor critério. A genética foi uma das áreas de conhecimento que trouxeram mais contribuições (Hedrick 1999). Por exemplo, Smith (1997) defendeu que a descrição da biodiversidade baseada na distribuição de tipos vegetais ou espécies endêmicas pode não representar adequadamente a diversidade evolucionária da biota e Bininda-Emonds *et al.* (2000)

exaltaram a importância de se examinar aspectos recentes e históricos no processo de seleção de áreas para conservação. De fato, Fjeldsa & Rahbek (1997) verificaram que a baixa variabilidade genética em aves neotropicais não estava relacionada ao reduzido tamanho das populações, mas sim a um fator histórico. Fleishman *et al.* (2001) analisaram quatro populações de tamanhos diferentes e também não encontraram maior variabilidade genética nas populações maiores, o que provavelmente também esteve associado a fatores históricos.

A importância dos fatores filogenéticos no processo de seleção de áreas para conservação foi ficando cada vez mais evidente, como defendido por Bininda-Emonds *et al.* (2000). Segundo esses autores, o aumento da diversidade filogenética está relacionada a fatores históricos e reflete o aumento da biodiversidade na forma de diferentes genes, caracteres ou características. Por outro lado, Bininda-Emonds *et al.* (2000) advertiram que a diversidade filogenética só seria interessante se estivesse associada a uma alta riqueza de espécies, caso contrário a área deveria ser descartada. O grande problema é que padrões de riqueza mostram pouca congruência entre os taxa (ver Orians 1997), comprometendo de forma indireta a eficiência do uso de informações filogenéticas.

Se por um lado Smith (1997) defendeu que ignorar estes processos (*i.e.*, genéticos) põe em dúvida a viabilidade duradoura do sistema, dado o alto grau de extinção associada a mudanças climáticas globais, por outro, até agora não foram encontrados padrões bem definidos. Dessa forma, a aplicabilidade da genética nos processos de seleção de áreas para conservação envolve a aquisição de muitas informações, o que pode exigir muito tempo (Fleishman *et al.* 2001). Além disso, apesar de importantes e merecedoras da atenção principal no processo de seleção de áreas,

as informações biológicas muitas vezes são incompletas e tendenciosas, porque são obtidas para objetivos relacionados com as atividades de cada pesquisador em particular (Cabeza & Moilanen 2001). Os esforços de inventários eficientes para a conservação da biodiversidade deveriam ser distribuídos de forma o mais abrangente possível entre as áreas e os taxa (Cabeza & Moilanen 2001), além de seguir uma metodologia única preestabelecida.

Desenvolvendo-se de forma paralela, outras idéias foram surgindo de acordo com o avanço do conhecimento em ecologia. Então, não mais as informações biológicas diretas, mas suposições ecológicas capazes de predizerem quais as áreas com alta riqueza e diversidade de espécies. As estratégias mais usadas têm sido baseadas na distribuição de habitats, ecossistemas ou paisagens (Franklin 1993). O pressuposto desses métodos é que se for conservada toda a variação das condições ecológicas em uma determinada área, a grande maioria das suas espécies e de suas complexas interações também serão preservadas (Silva & Dinnouti 1999). Em regiões biologicamente pouco conhecidas, essa pode ser a única forma de atingir certa eficiência no processo de seleção de unidades de conservação.

A curva espécie-área é um dos melhores exemplos de suposições ecológicas aplicadas no processo de seleção de áreas para conservação em regiões com poucas informações (ver Diamond 1976, Simberloff & Abele 1976, Terborgh 1976, Whitcomb *et al.* 1976). A partir de então, ficou claro que áreas maiores apre-sentavam maior diversidade de espécies. Além disso, a inquietação científica provocada pelo gradiente de riqueza e diversidade de espécies no sentido das regiões polares para os trópicos levou a formulação de várias outras hipóteses. A verdade é que, apoiando ou negando as conjecturas teóricas subjacentes, as

informações obtidas a partir das tentativas de esclarecer o fenômeno passaram a fazer parte de um corpo de conhecimentos ecológicos que subsidiaram as abordagens não biológicas para conservação. Atualmente, informações como estrutura da vegetação, heterogeneidade do habitat, perturbação intermediária, efeitos estocásticos, conectividade entre os fragmentos, entre outras, passaram a constituir variáveis que podem determinar a eficiência de uma unidade de conservação, sobretudo em regiões onde as informações biológicas são escassas.

Dessa forma, diante da qualidade e quantidade de informações (Tabarelli *et al.* dados não publicados), não faria sentido um plano de desenho de unidades de conservação para a Caatinga fundamentado em princípios puramente biológicos. É verdade que não há como garantir que todos os organismos estejam bem representados numa região selecionada dessa forma. Mas se os organismos não se encontram nessa área selecionada, eles podem estar sofrendo níveis ainda mais altos de ameaça. Não restam dúvidas da maior eficiência de áreas: (1) distantes das cidades e estradas (Forman & Alexander 1998, Spellerberg 1998, Santos & Tabarelli 2002), (2) que apresentem altas densidades de rede de drenagem (Forman 1995, Jones *et al.* 2000), (3) que possuam maiores potenciais hídricos (Kapos 1989), (4) que estejam mais próximas umas das outras (Bierregaard Jr. *et al.* 1992), (5) que apresentem fragmentos relativamente grandes (Ranta *et al.* 1998), (6) que estejam conectadas por corredores (Beier & Noss 1998, Hess & Fischer 2001), (7) que apresentem zonas de amortecimento (*buffer*) (ver Turner & Corlett 1996, Meffe & Carroll 1997, Cullen Jr. *et al.* 2000, Galetti 2001), (8) que representem de forma proporcional o máximo das variáveis da região em que está inserida e (9) que tenham sido selecionadas por um método capaz de satisfazer todas essas variáveis de forma simultânea (Pressey *et al.* 1997, Prendergast *et al.* 1999). Assim, é

possível a existência de algumas espécies ou alguns grupos funcionais em áreas não selecionadas, mas muito pouco provável é a manutenção de processos capazes de garanti-los por um longo período de tempo.

Em síntese, não existem bases reais para a solução do conflito entre as abordagens para definir unidades de conservação, de forma que a biologia da conservação está diante de um grande desafio: “...a síntese após o reducionismo...” (Wilson 2000). Sem uma visão sintética, as evidências do atual processo de extinção de espécies em massa serão confirmadas e o sexto grande evento dessa magnitude pode comprometer inclusive a existência da espécie humana. Em Xingó, apesar não contemplar todas as variáveis da região, a unidade de conservação proposta a partir do algoritmo que considerou a representatividade e proporcionalidade representou um “retrato” mais fiel da realidade evolutiva do sistema. Ao serem consideradas as inter-relações entre as microrregiões que definem a paisagem, é provável que a representatividade proporcional contrabalançada com os demais fatores que afetam a biodiversidade seja a forma mais rápida, barata e eficiente para conservar a biodiversidade da Caatinga ou outros ecossistemas com poucas informações biológicas. Além disso, do ponto de vista da macroecologia, esse procedimento pode favorecer as relações históricas entre ecossistemas e biomas, definindo condições ideais para conservação nas escalas regional, continental e global.

Agradecimentos

Agradecemos ao Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste (CEPAN), pela disponibilização de equipamentos e softwares e a bióloga MSc. Ana Virgínia L. Leite, pelas revisões realizadas no manuscrito enviado aos editores.

Referências bibliográficas

- ANDRADE-LIMA, D. 1981. The caatingas dominium. *Revista Brasileira de Botânica* 4: 149-153.
- AWIMBO, J. A., D. A. NORTON & F. B. OVERMARS. 1996. An evaluation of representativeness for nature conservation, Hokitika ecological district, New Zealand. *Biological Conservation* 75: 177-186.
- BALMFORD, A. 1998. On hotspots and the use of indicators for reserve selection. *Trends in ecology and evolution*. 13: 409.
- BALMFORD, A., A. J. E. LYON & R. M. LANG. 2000. Testing the higher-taxon approach to conservation planning in a megadiverse group: the macrofungi. *Biological Conservation* 93: 209-217.
- BEIER, P. & R. F. NOSS. 1998. Do habitat corridors provide connectivity? *Conservation Biology* 12: 1241-1252.
- BIERREGAARD JR, R. O., T. E. LOVEJOY, V. KAPO, A. A. SANTOS, AND R. W. HUTCHINGS. 1992. The biological dynamics of tropical rainforest fragments: a prospective comparison of fragments and continuous forest. *BioScience* 42: 859-866.
- BININDA-EMONDS, O. R. P., D. P. VÁZQUEZ & L. L. MANNE. 2000. The calculus of biodiversity: integrating phylogeny and conservation. *Trends in Ecology and Evolution* 15: 92-94.
- BROWER, L. P. 1997. A new paradigm in conservation of biodiversity: endangered biological phenomena. Pp 104-106 in: G. K. Meffe & C. R. Carroll (eds.) *Principles of Conservation Biology*. Sinauer associates, Sunderland.
- BUCHER, E. H. 1982. Chaco and caatinga – South American arid savannas, woodlands and thickets. In: B. J. Huntley & Walther, B. H. (eds.) *Ecology of tropical savannas. Ecological Studies* 42.

- CABEZA, M. & A. MOILANEN. 2001. Design of reserve networks and the persistence of biodiversity. *Trend in Ecology and Evolution* 16: 242-248.
- Castelletti, C. H. M., J. M. C. Silva, M. Tabarelli & A. M. M. Santos. 2000. Quanto resta da Caatinga? Uma estimativa preliminar. Pp. 11 in: J. M. C. Silva & M. Tabarelli (coord.) Workshop *Avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade do bioma Caatinga*. Petrolina, Pernambuco. www.biodiversitas.org.br/caatinga.
- CLARKE, G. M. 1995. Relationships between developmental stability and fitness: application for conservation biology. *Conservation Biology* 9: 18-24.
- CLARKE, T. W. 2001. Developing policy-oriented curricula for conservation biology: professional and leadership education in the public interest. *Conservation Biology* 15: 31-39.
- COIMBRA-FILHO, A. F. & I. G. CÂMARA. 1996. *Os limites originais do bioma Mata Atlântica na região nordeste do Brasil*. FBCN (Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza), Rio de Janeiro.
- COLE, M. M. 1986. *The savannas. Biogeography and geobotany*. Academic Press, London.
- CULLEN JR., L., R. E. BODMER & C. V. PÁDUA. 2000. Effects of hunting in habitat fragments of the Atlantic forests, Brazil. *Biological Conservation* 95: 49-56.
- DIAMOND, J. M. 1976. Island biogeography and conservation: strategy and limitations. *Science* 193: 1027-1029.
- DOBSON A. P. 1996. *Conservation and biodiversity*. Scientific American Library, New York.
- DRECHSLER, M. & F. WÄTZOLD. 2001. The importance of economic costs in the development of guidelines for spatial conservation management. *Biological Conservation* 97: 51-59.

- DRUMOND, M. A., L. H. P. KIILL, P. C. F. LIMA, M. C. OLIVEIRA, V. R. OLIVEIRA, S. G. ALBUQUERQUE, C. E. S. NASCIMENTO, & J. CAVALCANTE. 2000. Estratégias para uso sustentável da biodiversidade da caatinga. Pp. 23 in: J. M. C. Silva & M. Tabarelli (coord.) *Workshop Avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade do bioma Caatinga*. Petrolina, Pernambuco. www.biodiversitas.org.br/caatinga.
- ESRI. 1998. *Arcview GIS 3.2a*. ESRI, U.S.A.
- FAHRIG, L. 2001. How much habitat is enough?. *Biological Conservation* 100: 65-74.
- FAIRBANKS, D. H. K. & G. A. BENN. 2000. Identifying regional landscapes for conservation planning: a case study from KwaZulu-Natal, South Africa. *Landscape and Urban Planning* 50: 237-257.
- FAIRBANKS, D. H. K., B. REYERS & A. S. VAN JAARSVELD. 2001. Species and environment representation: selecting reserves for the retention of avian diversity in KwaZulu-Natal, South Africa. *Biological Conservation* 98: 365-379.
- FJELDSA J. & C. RAHBEK. 1997. Species richness and endemism in South American Birds: implication for the design of networks of nature reserves. Pp 466-482 in: W. F. Laurance & R. O. Bierregaard Jr (eds.) *Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities*. Chicago & London, U.S.A.
- FRANKLIN, J. F. 1993. Preserving biodiversity - species, ecosystems, or landscapes. *Ecological Applications* 3: 202-205.
- FLEISHMAN, E., A. E. LAUNER, K. R. SWITKY, U. YANDELL, J. HEYWOOD & D. D. MURPHY. 2001. Rules and exceptions in conservation genetics: genetic assessment of the endangered plant *Cordylanthus palmatus* and its implications for management planning. *Biological Conservation* 98: 45-53.

- FORMAN, R. T. T. 1995. *Land mosaics: the ecology of landscapes and regions*. Cambridge, New York.
- FORMAN, R. T. T., & L. E. ALEXANDER. 1998. Roads and their major ecological effects. *Annual Review Ecological System* 29: 207-231.
- GALETTI, M. 2001. Indians within conservation units: lessons from the Atlantic forest. *Conservation Biology* 15: 798-799.
- HEDRICK, P. W. 1999. Conservation genetics. *Trend in Ecology and Evolution* 14: 502.
- HESS, G. R. & R. A. FISCHER. 2001. Communicating clearly about conservation corridors. *Landscape and Urban Planning* 55: 195-208.
- JONES, J. A., F. J. SWANSON, B. C. WEMPLE & K. SNUDER. 2000. Effects of roads on hydrology, geomorphology, and disturbance patches in stream networks. *Conservation Biology* 14: 76-85.
- KAPOS, V. 1989. Effects of isolation on the water status of forest patches in the Brazilian Amazon. *Journal Tropical Ecology* 5: 173-185.
- KIRKPATRICK, J. 1999. *Developing and applying criteria for forest protected areas – the Australian experience*. Commonwealth of Australia, Tasmânia.
- MAC NALLY, R. & G. HORROCKS. 2000. Landscape-scale conservation of an endangered migrant: the Swift Parrot (*Lathamus discolor*) in its winter range. *Biological Conservation* 92: 335-343.
- MADDOCK, A. & G. A. BENN. 2000. Identification of conservation-worthy areas in Northern Zululand, South Arfrica. *Conservation Biology* 14: 155-166.
- MAIN, M. B., F. M. ROKA & R. F. NOSS. 1999. Evaluating cost of conservation. *Conservation Biology* 13: 1262-1272.
- MARGULES, C. R. & R. L. PRESSEY. 2000. Systematic conservation planning. *Nature* 405: 243-253.

- MATOCQ, M. D. & F. X. VILLA BLANCA. 2001. Low genetic diversity in an endangered species: recent or historic pattern. *Biological Conservation* 98: 61-68.
- MCNEELY, J. A. 1992. The contributions of protected areas to sustaining society. *In: Plenary sessions and symposium papers, 14th World Congress on National Parks and Protected Areas, World Conservation Union (IUCN), Caracas, Venezuela.*
- MEFFE, G. K. & C. R. CARROLL. 1997. The species in conservation. Pp 50-77 *in: G. K. MEFFE & C. R. CARROLL (eds.) Principles of conservation biology.* Sinauer Associates, Sunderland.
- MMA – Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. 2002. *Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Caatinga.* Universidade Federal de Pernambuco, Conservation International do Brasil e Fundação Biodiversitas, Brasília.
- MYERS, A. A. & P. S. GILLER. 1988. Process, patterns and scale in biogeography. Pp 3-20 *in: A. A. Myers & P. S. Giller (eds.) Analytical Biogeography. An integrated approach to the study of animal and plant distributions.* Chapman & Hall, London.
- MYERS, N. 1990. Mass extinctions: what can the past tell us about the present and the future? *Global and planetary change* 82: 175-185.
- MYERS, N., R. A. MITTERMEIER, C. G. MITTERMEIER, G. A. B. FONSECA & K. JENNIFER. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- ORIANI, G. H. 1997. Global biodiversity I: patterns and process. Pp 79-109 *in: G. K. MEFFE & C. R. CARROLL (eds.) Principles of conservation biology.* Sinauer Associates, Sunderland.
- PÁDUA, M. T. J. 1981. *Situação atual do sistema de parques nacionais e reservas biológicas.* FBCN (Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza), Rio de Janeiro.

- PETERSON, A. T., S. L. EGBERT, V. SÁNCHEZ-CORDERO & K. P. PRICE. 2000. Geographic analysis of conservation priority: endemic birds and mammals in Veracruz, Mexico. *Biological Conservation* 93: 85-94.
- POLASKY, S., J. D. CAMM, A. R. SOLOW, B. CSUTI, D. WHITE & R. DING. 2000. Choosing reserve networks with incomplete species information. *Biological Conservation* 94: 1-10.
- PRENDERGAST, J. R., R. M. QUINN & J. H. LAWTON. 1999. The gaps between theory and practice in selecting nature reserves. *Conservation Biology* 13: 484-492.
- PRESSEY, R. L. & A. O. NICHOLLS. 1989. Application of a numerical algorithm to selection of reserves in semi-arid New South Wales. *Biological Conservation* 50: 263-278.
- PRESSEY, R. L. & K. H. TAFFS. 2001. Sampling of land types by protected areas: three measures of effectiveness applied to western New South Wales. *Biological Conservation* 101: 105-117.
- PRESSEY, R. L. 1994. Ad Hoc Reservation: Forward or Backward Steps in Developing Representative Reserve System? *Conservation Biology* 8: 662-668.
- PRESSEY, R. L., H. P. POSSINGHAM & J. R. DAY. 1997. Effectiveness of alternative heuristic algorithms for identifying indicative minimum requirements for conservation reserves. *Biological Conservation* 80: 207-219.
- PRESSEY, R. L., T. C. HAGER, K. M. RYAN, J. SCHWARZ, S. WALL, S. FERRIER & P. M. CREASER. 2000. Using abiotic data for conservation assessments over extensive regions: quantitative methods applied across New South Wales, Australia. *Biological Conservation* 96: 55-82.
- PRIMACK, R. B. 1995. *A primer of conservation biology*. Sinauer Associates, Sunderland.

- RADAMBRASIL 1983. Vegetação. Pp 573-643 in: Folhas SC. 24/25. Aracaju/Recife. *Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Levantamento de Recursos Vegetais* 30. RADAMBRASIL, Rio de Janeiro.
- RANTA, P., T. BLOM, J. NIEMELÄ, E. JOENSUU, & M. SIITONEN. 1998. The atlantic rain forest of Brasil: size, shape and distribution of forest fragments. *Biodiversity and Conservation* 7: 385-403.
- RAVEN, P. H. 1990. The politics of preserving biodiversity. *BioScience* 40: 769-774.
- RIDDLE, B. R. & D. J. HAFNER. 1999. Species as units of analysis in ecology and biogeography: time do take the blinders off. *Global Ecology and Biogeography* 8: 433-441.
- RODAL, M. J. N. 1992. *Fitossociologia da vegetação arbustivo-arbórea em quatro áreas de caatinga em Pernambuco*. Tese de Doutorado, Universidade de Campinas, Campinas.
- ROSEN, B. R. 1988. Biogeographic patterns: a perceptual overview. Pp 23-53 in: A. A. Myers & P. S. Giller (eds.) *Analytical Biogeography. An integrated approach to the study of animal and plant distributions*. Chapman & Hall, London.
- RYLANDS, A. B. & L. P. S. PINTO. 1998. *Conservação da biodiversidade na Amazônia Brasileira: uma análise do sistema de unidades de conservação*. Fundação brasileira para o desenvolvimento sustentável, Rio de Janeiro.
- SAMPAIO, E. V. S. B. 1995. Overview of the Brazilian caatinga. Pp 35-58 in: S.H. Bullock, H. A. Mooney & E. Medina (eds.) *Seasonally dry forests*. Cambridge University Press, London.
- SAMPAIO, Y., & J. E. MAZZA. 2000. Diversidade sócio econômica e pressão antrópica na caatinga nordestina. Pp. 2-8 in: J. M. C. Silva & M. Tabarelli (coord.) *Workshop Avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade do bioma Caatinga*. Petrolina, Pernambuco. www.biodiversitas.org.br/caatinga.

- SANTOS, A. M. M. & M. TABARELLI. 2002. Distance from roads and cities as a predictor of habitat loss and fragmentation in caatinga dry forest of Brazil *Brazilian Journal of Biology* 62: 897-905.
- SCHOENER, T. W. 1988. Ecological interactions. Pp 255-297 in: A. A. Myers & P. S. Giller (eds.) *Analytical Biogeography. An integrated approach to the study of animal and plant distributions*. Chapman & Hall, London.
- SILVA, J. M. C. & A. DINNOUTI. 1999. Análise de Representatividade das unidades de conservação federais de uso indireto na Floresta Atlântica e Campos Sulinos. Pp. 1-16 in: L. P. Pinto (coord.) *Padrões de Biodiversidade da Mata Atlântica do Sul e Sudeste*. São Paulo, Campinas. <http://www.conservation.org.br/ma/index.html>.
- SIMBERLOFF, D. 1998. Flagships, umbrellas, and keystones: is single-species management passé in the landscape era? *Biological Conservation* 83: 247-257.
- SIMBERLOFF, D. S. & L. G. ABELE. 1976. Island biogeography and conservation: strategy and limitations. *Science* 193: 1032.
- SMITH, A. P. 1997. Deforestation, fragmentation, and reserve design in Western Madagascar. Pp 415-441 in: W. F. Laurance & R. O. Bierregaard Jr (eds.) *Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities*. Chicago & London.
- Sokal, R. R. & F. J. Rohlf. 1996. *Biometry*. Freeman & Company, New York.
- SOULÉ, M. E. & J. TERBORGH. 1999. *Continental Conservation*. Island Press, U.S.A.
- SPELLERBERG, I. F. 1998. Ecological effects of roads and traffic: a literature review. *Global Ecology and Biogeography Letters* 7: 317-333.
- SUDENE CIN/DIVISÃO DE DOCUMENTAÇÃO. Praça Ministro João Gonçalves de Souza, s/n Engenho do Meio. Recife – PE. (Base cartográfica

criada pelo Ministério do exército – Departamento de Engenharia e Comunicações – Diretoria de Serviços Geográficos. REGIÃO NORDESTES DO BRASIL – 1:100.000).

- SUNNUCKS, P. 2000. Efficient genetic markers for population biology. *Trends in Ecology and Evolution* 15: 199-203.
- TERBORGH, J. 1976. Island biogeography and conservation: strategy and limitations. *Science* 193: 1029-1030.
- TROUMBIS, A. Y. & P. G. DIMITRAKOPOULOS. 1998. Geographic coincidence of diversity threatspots for three taxa and conservation planning in Greece. *Biological Conservation* 84: 1-6.
- TURNER, I. M. & R. T. CORLETT. 1996. The conservation value of small, isolated fragments of lowland tropical rain forest. *Trends in Ecology and Evolution* 11: 330-333.
- UICN. 1992. *Protected areas of the world: a review of national system*. Vol. 14. *Neartic and Neotropical*. The World Conservation Union, Gland.
- UICN. 1993. *Parks and progress*. The World Conservation Union, Gland.
- VELOSO, H. P., A. L. RANGEL-FILHO, & J. C. A. LIMA. 1991. *Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal*. IBGE, Rio de Janeiro.
- WATSON, J., D. FREUDENBERGER & D. PAULL. 2001. An assessment of the focal-species approach for conserving birds in variegated landscapes in Southeastern Australia. *Conservation Biology* 15: 1364-1373.
- WESSELS, K. J., S. FREITAG & A. S. VAN JAARVELD. 1999. The use of land facets as biodiversity surrogates during reserve selection at a local scale. *Biological Conservation* 89: 21-38.
- WHITCOMB, R. F., J. F. LYNCH, P. A. OPLER & C. S. ROBBINS. 1976. Island biogeography and conservation: strategy and limitations. *Science* 193: 1030-1032.

- WILSON, E. O. 1989. Threats to biodiversity. *Scientific American* 261: 108-116.
- WILSON, E. O. 2000. On the future of conservation biology. *Conservation Biology* 14: 1-3.
- WOINARSKI, J. C. Z., O. PRICE & D. P. FAITH. 1996. Application of a taxon priority system form conservation planning by selecting areas which are most distinct from environments already reserved. *Biological Conservation* 76: 147-159.

Apêndice. Algoritmo de seleção usado para definir os valores dos pixels:

a) Os tipos de solo, tipos de vegetação, tipos de remanescentes e potenciais hídricos tiveram seus pesos determinados a partir de suas representatividades na região e na reserva atualmente estabelecida, conforme a seguinte fórmula:

$$PTi = \frac{iTt}{\max(Tt)} \times \frac{mim(Tr)}{iTt}$$

I

Onde “PTi” corresponde ao peso dos diferentes atributos de cada tema, “iTt” a iésima área do atributo na região e “iTr” a iésima área do tipo dentro da reserva.

b) A distância das cidades e estradas tiveram seus pesos determinados a partir da criação de 5 classes de distância, sendo a classe mais afastada a com maior valor. Foi usada a seguinte fórmula:

$$P_{eixo} = \frac{iC}{\max(C)}$$

II

Onde “P_{eixo}” corresponde ao peso recebido pelos pixels em função da distância das cidades e/ou estradas e “iC” representa a iésima classe de distância.

19. Desenho de Unidades de Conservação

c) A densidade da rede de drenagem teve seu peso determinado a partir da criação de 330 parcelas de 30 x 30 km. Em cada parcela foi determinado o somatório do comprimento de canais, conforme a seguinte fórmula:

$$P_{dren} = \frac{\sum_i Ca}{\max(Ca)}$$

III

Onde “ P_{dren} ” corresponde ao peso recebido pelos pixels em função da densidade de canais e “ Ca ” a densidade de canal de cada parcela.

d) Os fragmentos tiveram seus pesos determinados a partir da criação de cinco classes de tamanho. Cada classe recebeu um valor, sendo o valor máximo atribuído a classe de fragmentos de maiores tamanhos. A fórmula seguinte determinou os pesos:

$$P_{tam} = C \times \frac{1}{inC}$$

IV

Onde “ P_{tam} ” corresponde ao peso recebido pelos pixels em função dos tamanhos de fragmentos, o “ C ” corresponde a classe de tamanho e “ inC ” representa o i ésimo número de classes consideradas.

e) A reserva já existente recebeu um peso de valor máximo e o restante da área recebeu zero, então:

$$P_r = 1 \text{ ou } P_n = 0$$

V

Onde “Pr” corresponde aos pixels da área da reserva atualmente implementadas e “Pn” aos pixels da área fora da reserva.

f) O valor final de cada pixel, que corresponde ao somatório das condições de cada variável, foi determinado a partir da média aritmética simples de todos os valores de pixels. Esse procedimento final permitiu a visualização das melhores áreas para implementação de uma reserva. O valor final de cada pixel pôde, então, ser determinado pela união das fórmulas I, II, III, IV e V:

$$S = \frac{\frac{iTt}{\max(Tt)} \times \frac{\min(Tr)}{(iTt)} + \frac{iC}{\max(C)} + \frac{\sum_i Ca}{\max(Ca)} + C \times \frac{1}{inC} + 1^*}{5}$$

VI

* para pixels fora da reserva atualmente estabelecida esse valor é zero.

onde “S” corresponde ao valor de seleção do iésimo pixel.

A resposta final para determinação das áreas prioritárias para conservação é um mapa onde os valores de “S” representam diferentes tonalidades de cores. A coerência do mapa só é possível porque cada pixel tem referências de coordenadas geográficas a eles associados, o que permite a sua distribuição no espaço geográfico.

ÁREAS E AÇÕES PRIORITÁRIAS PARA A CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE DA CAATINGA¹

Marcelo Tabarelli & José Maria Cardoso da Silva

Introdução

A identificação de áreas e ações prioritárias é o primeiro passo para a elaboração de uma estratégia regional ou nacional para a conservação da diversidade biológica (Noss *et al.* 1997, Margules & Pressey 2000), pois permite ordenar os esforços e recursos disponíveis para conservação e subsidiar a elaboração de políticas públicas de ordenamento territorial. O processo de seleção de áreas e ações prioritárias é baseado em estudos multidisciplinares e em um processo participativo de tomada de decisão, onde áreas e ações são selecionadas com base no conhecimento de cientistas e de membros dos mais diferentes grupos da sociedade civil. O Brasil já definiu as ações e as áreas prioritárias para todos os seus grandes ecossistemas, em cumprimento às suas obrigações junto à Convenção sobre Diversidade Biológica, firmada durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento – CNUMAD (Rio-92) (ver Dias 2001).

¹Adaptado de Tabarelli, M. & Silva, J.M.C. 2002. Áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade do bioma Caatinga. In: Araújo *et al.* (ed.) *Biodiversidade, conservação e uso sustentável da flora do Brasil*. Universidade Federal de Pernambuco, Recife. Pp. 47-52.

A região da Caatinga abrange uma área aproximada de 800.000 km², incluindo partes dos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e Minas Gerais (Ab'Sáber 1977, IBGE 1985). Trata-se do único ecossistema exclusivamente brasileiro, composto por um mosaico de florestas secas e vegetação arbustiva (savana-estépica), com enclaves de florestas úmidas montanas e de cerrados. Até o momento foram registradas 932 espécies de plantas vasculares, 185 espécies de peixes, 154 répteis e anfíbios, 348 espécies de aves e 148 espécies de mamíferos, considerando as formações vegetais típicas da Caatinga (MMA 2002). Nestes grupos de organismos, o nível de endemismo varia entre 4,3% (aves) e 57% (peixes) e, de acordo Pennington *et al.* (2000), a biota da Caatinga é o testemunho de uma enorme floresta seca que outrora se distribuía até o norte da Argentina, através do Brasil central. Soma-se à diversidade biológica, a manutenção de populações humanas através da exploração de recursos naturais importantes como a lenha e as plantas medicinais, e os serviços ambientais prestados por este ecossistema em escala regional e global (Gil 2002).

Recentemente, a Caatinga foi reconhecida como uma das 37 grandes regiões naturais do planeta, conforme estudo coordenado pela Conservation International. Grandes regiões naturais são ecossistemas que ainda abrigam, pelo menos, 70% de sua cobertura vegetal original, ocupam áreas superiores a 100.000 km² e, desta forma, são considerados estratégicos no contexto das grandes mudanças globais (Gil 2002). De forma mais específica, a conservação da Caatinga é importante para manutenção dos padrões regionais e globais do clima, da disponibilidade de água potável, de solos agricultáveis e de parte importante da biodiversidade do planeta. Infelizmente, a Caatinga permanece como um dos ecossistemas menos conhecidos na América do Sul do ponto de vista científico (MMA 1998). Soma-se a insuficiência

de conhecimento científico, o número bastante reduzido de unidades de conservação (Tabarelli & Vicente 2002) e as pressões antrópicas crescentes (Castelletti *et al.* 2003). O resultado é que várias espécies encontradas na Caatinga estão ameaçadas de extinção global (ver lista oficial do IBAMA) e uma espécie de ave está oficialmente extinta na natureza: a ararinha-azul (*Cyanopsitta spixii*). Estes indicadores refletem, de forma inequívoca, a ausência de políticas voltadas para a conservação da diversidade biológica da Caatinga e de seus demais recursos naturais.

Para a identificação das áreas e ações prioritárias da Caatinga foi desenvolvido o subprojeto “Avaliação e Ações Prioritárias para Conservação da Biodiversidade do Bioma Caatinga”. O subprojeto teve como objetivos: (1) consolidar as informações sobre a diversidade biológica da Caatinga e identificar lacunas de conhecimento; (2) identificar ações prioritárias para conservação, com base em critérios de importância biológica, integridade dos ecossistemas e oportunidades para ações de conservação da biodiversidade; (3) identificar e avaliar a utilização e as alternativas para uso dos recursos naturais, compatíveis com a conservação da biodiversidade; e (4) promover um movimento de conscientização e participação efetiva da sociedade na conservação da biodiversidade desse ecossistema.

Neste capítulo, apresentamos, de forma resumida, a metodologia do subprojeto e seus principais resultados. É preciso ressaltar que este documento trata-se de uma síntese, feita a critério dos autores. Informações detalhadas estão disponíveis através da *World Wide Web* (www.biodiversitas.org/caatinga), e no sumário executivo do subprojeto—MMA (2002).

Metodologia do subprojeto

A metodologia utilizada foi baseada no programa de *workshops* regionais da Conservation International. Basicamente, ela consiste de quatro fases: (1) preparatória, (2) decisória, (3) processamento e síntese dos resultados e (4) divulgação dos resultados e acompanhamento de sua implementação. O subprojeto adotou como limites da Caatinga toda a região do nordeste brasileiro dominada pelo bioma “savana estépica”, conforme o Mapa de Vegetação do Brasil (escala 1: 5.000.000), elaborado pelo IBGE (1985, 1993). Os enclaves de florestas úmidas na Caatinga, conhecidos regionalmente como brejos, não foram analisados, pois eles já tinham sido tratados detalhadamente no subprojeto “Mata Atlântica e Campos Sulinos” (MMA 2000).

A fase preparatória consistiu no levantamento, sistematização e diagnóstico das informações biológicas (flora, invertebrados, biota aquática, anfíbios e répteis, aves, e mamíferos), sócio-econômicas, sobre as unidades de conservação, áreas alteradas, estratégias de conservação (políticas públicas e legislação), práticas de uso sustentável e fatores físicos na Caatinga. As informações geradas nesta fase, organizadas em relatórios técnicos e mapas, serviram de base para a próxima fase do subprojeto. A etapa decisória do processo ocorreu na forma de reunião de trabalho e foi realizada nas dependências do Campus de Pesquisa da EMBRAPA/Semi-Árido, em Petrolina, Pernambuco, no período de 21 a 26 de maio de 2000. O evento contou com a participação de 140 especialistas, representando organizações governamentais e não-governamentais, instituições de ensino e pesquisa, além de empresas.

A dinâmica de trabalho envolveu, inicialmente, a formação de cinco grupos temáticos biológicos – flora, invertebrados, biota aquática, répteis e anfíbios, aves, e mamíferos – que discutiram o

estado do conhecimento e as lacunas de informação por área temática. Os critérios adotados para a identificação das áreas prioritárias de cada grupo foram: distribuição e riqueza de elementos especiais da biodiversidade e a presença de fenômenos biológicos únicos, tais como zonas de contato entre biotas, áreas de repouso ou invernada de migrantes e comunidades biológicas especiais. As áreas prioritárias definidas pelos grupos temáticos biológicos foram então classificadas em quatro categorias, de acordo com a sua importância biológica. As categorias de extrema importância, muito alta importância, e alta importância representam níveis decrescentes de importância biológica. A quarta categoria, áreas de potencial importância, mas com conhecimento insuficiente, classifica aquelas áreas aparentemente bem conservadas, mas com lacunas enormes de conhecimento sobre suas biotas.

Outros quatro grupos não-biológicos – estratégias de conservação, fatores abióticos, pressão antrópica e desenvolvimento regional e uso sustentável da biodiversidade – se reuniram paralelamente aos grupos biológicos para gerarem produtos bastante específicos. O grupo de estratégias de conservação sugeriu novas áreas para a criação de unidades de conservação com base em análises de representatividade e oportunidades e ações específicas para várias unidades de conservação existentes na Caatinga. O grupo de fatores abióticos identificou áreas de importância para a proteção e manutenção de mananciais e aquíferos, áreas sob forte risco de desertificação e áreas sujeitas à exploração mineral. O grupo de pressão antrópica e desenvolvimento regional identificou as áreas sob forte pressão atual (áreas com alta pressão antrópica) e identificou futuros eixos de pressão. Finalmente, o grupo de uso sustentável gerou recomendações sobre os fatores que contribuem e prejudicam o uso

sustentável da biodiversidade da Caatinga, indicando os usos mais apropriados para os recursos naturais da região.

Com o objetivo de facilitar a integração dos resultados obtidos, em um momento posterior, os grupos temáticos foram reestruturados em grupos multidisciplinares, agrupados por regiões pré-definidas: Maranhão/Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte/Paraíba, Pernambuco/Alagoas e Sergipe/Bahia/Minas Gerais. Cada grupo regional analisou os mapas propostos pelos grupos temáticos, organizando as informações segundo os seguintes critérios:

- As áreas foram identificadas e classificadas de acordo com nível de importância biológica a partir da análise dos mapas produzidos pelos grupos temáticos biológicos;
- A ação prioritária para cada área identificada foi proposta através da análise dos mapas de fatores abióticos e estratégias de conservação;
- A urgência da implementação das ações propostas para a área foi identificada através do mapa gerado pelo grupo de pressão antrópica e desenvolvimento regional.

Além dos grupos regionais, foi formado um grupo integrador para combinar todas as recomendações propostas pelos grupos temáticos em um conjunto único de propostas de políticas públicas para a conservação da biodiversidade da Caatinga.

Finalmente, na reunião plenária, última fase da reunião de trabalho, foram apresentados os resultados dos grupos integradores regionais, discutidas as estratégias de conservação, as recomendações de políticas públicas e o mapa geral de prioridades.

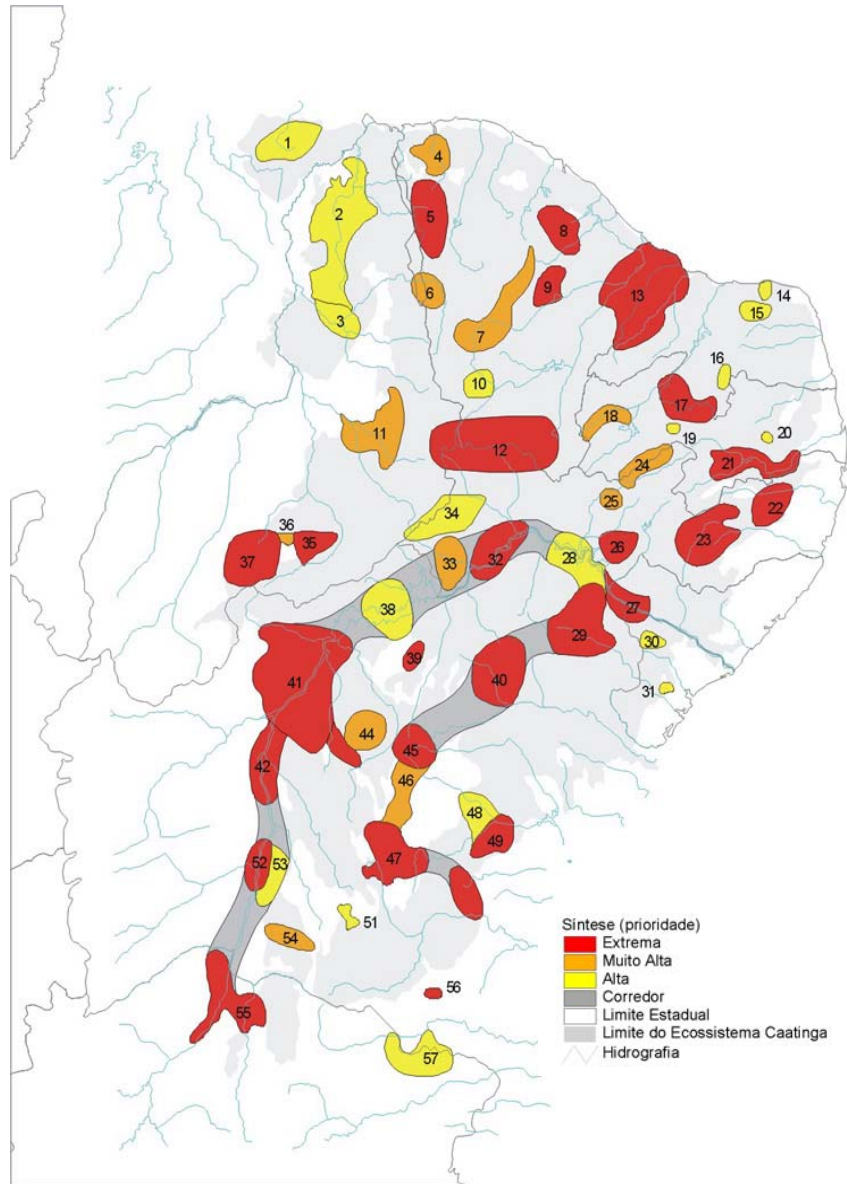
Atualmente, o subprojeto encontra-se na fase de divulgação. Os resultados estão sendo amplamente disseminados para os

diferentes setores do governo, para o setor privado, acadêmico e para a sociedade em geral. A divulgação do andamento e resultados do subprojeto, a íntegra dos documentos resultantes da reunião de Petrolina e outras informações, estão também disponíveis através da *World Wide Web* (www.biodiversitas.org/caatinga). Para o desenvolvimento dos trabalhos de divulgação dos resultados e a manutenção da interlocução técnica entre o Governo e os diferentes setores da sociedade interessados, foi formada uma Comissão de Acompanhamento. Busca-se, desta maneira, garantir a disseminação de informações e a aplicação das recomendações resultantes do subprojeto, com o envolvimento maior de pessoas, comunidades e entidades atuantes na Caatinga.

Áreas prioritárias

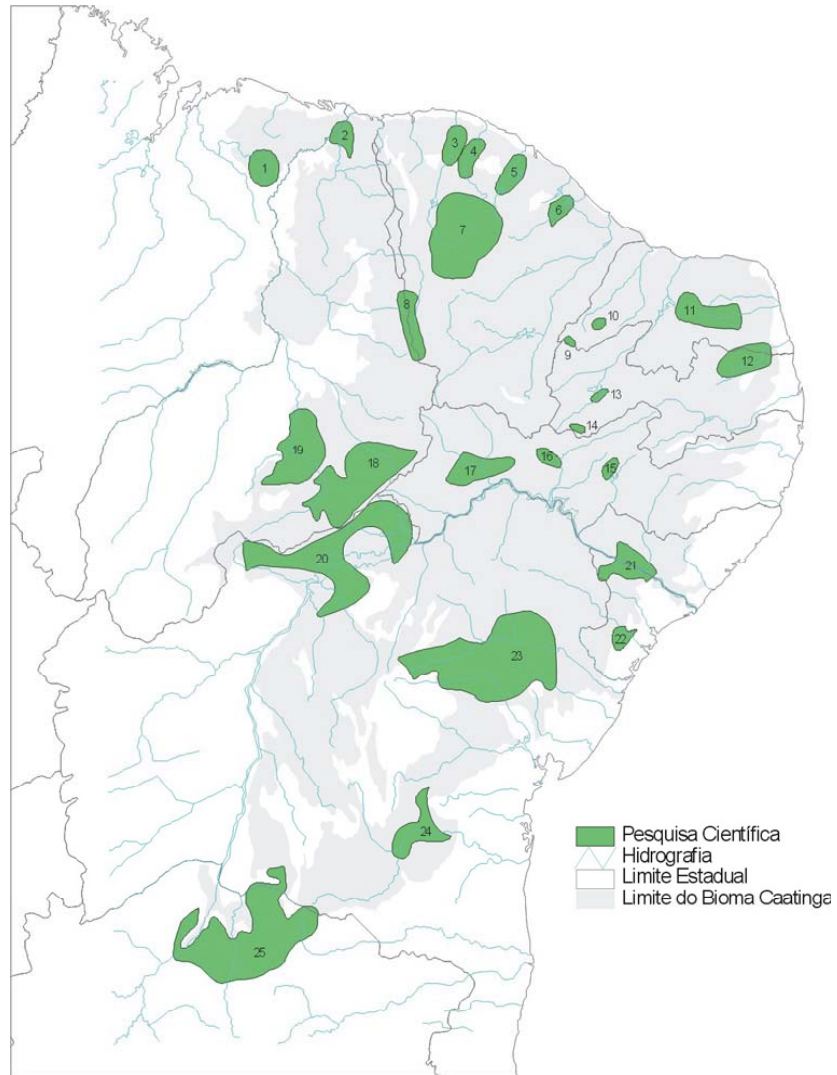
Foram identificadas 82 áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade da Caatinga. Estas áreas representam uma síntese final das 183 áreas identificadas pelo grupo de flora (54 áreas), invertebrados (19), biota aquática (29), anfíbios e répteis (19), aves (35) e mamíferos (27). Dessas 82 áreas, 27 foram classificadas como áreas de extrema importância biológica, 12 como áreas de muito alta importância, 18 como áreas de alta importância e 25 áreas insuficientemente conhecidas, mas de provável importância (Figuras 1 e 2). Além destas, um corredor conectando áreas prioritárias em Minas Gerais e Bahia também foi proposto. O alto número de áreas insuficientemente conhecidas enfatiza a urgente necessidade de um programa especial de fomento para o inventário biológico da Caatinga.

As áreas prioritárias variam bastante em tamanho, desde 235 km² até 24.077 km². No total, as áreas prioritárias cobriram cerca de 436.000 km², ou seja, 59,4% da Caatinga. As áreas de extrema importância biológica englobam 42% das áreas prioritárias, ou



24,7% de toda a Caatinga. A ação principal recomendada para a maioria (54,8%) das áreas prioritárias é a proteção integral. Esta ação foi recomendada para 81% das áreas de extrema importância, 75% das áreas de muito alta importância e 72% das áreas de alta importância. Em contraste, a principal ação recomendada para a maioria (96%) das áreas insuficientemente conhecidas foi à investigação científica. Para a maioria das áreas, a ação recomendada deve ser realizada urgentemente (43,9%), a curto prazo (30,5%) ou a médio prazo (25,6%). O grupo de trabalho reconheceu que a Caatinga abriga pelo menos 932 espécies de vegetais superiores, 185 espécies de peixes, 156 espécies de répteis e anfíbios, 358 espécies de aves e 148 espécies de mamíferos.

Figura 1. Áreas prioritárias para a conservação da diversidade biológica da Caatinga, exceto as áreas insuficientemente conhecidas (adaptado de MMA 2002). 1. Bacia do Rio Preguiça; 2. Complexo de Campo Maior; 3. Médio Poti; 4. Serra das Flores; 5. Planalto da Ibiapaba do Norte / Jaburuna; 6. Reserva da Serra das Almas; 7. Serra da Joanhina / Serra da Pipoca; 8. Serra de Baturité; 9. Quixadá; 10. Aiuaba; 11. Picos; 12. Chapada do Araripe; 13. Baixo Jaguaribe / Chapada do Apodi; 14. São Bento do Norte; 15. Mato Grande; 16. Acari; 17. Seridó / Borborema; 18. Alto Sertão do Piranhas; 19. Patos / Santa Terezinha; 20. São José da Mata; 21. Cariri Paraibano; 22. Caruaru; 23. Buíque / Vale do Ipojuca; 24. Serra do Cariri; 25. Serra Talhada; 26. Serra Negra; 27. Xingó; 28. Rodelas; 29. Raso da Catarina; 30. Monte Alegre; 31. Domo de Itabaiana; 32. Curaça; 33. Petrolina; 34. Oeste de Pernambuco; 35. Parque Nacional Serra da Capivara; 36. Corredor Ecológico Serra da Capivara e das Confusões; 37. Parque Nacional Serra das Confusões; 38. Sento Sé; 39. Delfino; 40. Senhor do Bonfim; 41. Médio São Francisco; 42. Ibotirama; 43. Ibipeba; 44. Carste de Irecê; 45. Morro do Chapéu; 46. Bonito; 47. Itaetê / Abaíra; 48. Rui Barbosa; 49. Milagres; 50. Maracás; 51. Livramento do Brumado; 52. Bom Jesus da Lapa; 53. Arredores de Bom Jesus da Lapa; 54. Guanambi; 55. Peruaçu / Jaiba; 56. Vitória da Conquista; 57. Pedra Azul.



Principais recomendações do subprojeto

Além da identificação de áreas prioritárias o subprojeto gerou uma quantidade formidável de recomendações referentes a estratégias para conservação, uso sustentável dos recursos naturais e políticas públicas para a Caatinga.

Estratégias para Conservação

O foco principal das recomendações voltadas à elaboração de uma estratégia para a conservação da diversidade biológica da Caatinga refere-se ao sistema de unidades de conservação. Existem atualmente 16 unidades de conservação federais e 7 estaduais (estas concentradas na BA e RN) que protegem formações de caatinga e/ou ambientes de transição entre este e outros ecossistemas. Apenas a metade das unidades federais contém exclusivamente formações de caatinga, sendo metade destas de uso sustentável e metade de proteção integral. A grande maioria destas unidades enfrenta um ou mais dos seis principais problemas identificados: situação fundiária não resolvida, falta de verba para funcionamento

Figura 2. Áreas prioritárias para a conservação da diversidade biológica da Caatinga na categoria de áreas insuficientemente conhecidas (adaptado de MMA 2002). 1. Bacia do Rio Mearim; 2. Baixo Parnaíba; 3. Bacia do Rio Acaraú; 4. Bacia do Rio Anacatiaçu; 5. Bacia do Rio Curu; 6. Bacia do Rio Choró; 7. Inhamus; 8. Angical; 9. Luís Gomes; 10. Serra do Martins; 11. Bacia do Potengi/Pico do Caburá; 12. Curimataú; 13. Vale do Piancó; 14. Paus Brancos; 15. Betânia; 16. Mirandiba; 17. Vale do Sertão Central; 18. Queimada Nova; 19. Canto do Buriti / Brejal; 20. Remanso; 21. Gararu / Belo Monte; 22. Lagarto / Serra da Miaba; 23. Queimadas; 24. Arredores de Maracás; 25. Limite sul da Caatinga.

e manutenção, funcionamento/implementação insatisfatórios para atingir os objetivos da unidade, caça tradicional para subsistência e esportiva, desmatamento e retirada de lenha e fogo.

Desta forma, foram feitas recomendações para: (1) valorizar o papel das UCs no contexto regional, (2) solucionar os principais problemas existentes na manutenção e manejo das UCs e (3) alterar e criar novas unidades de conservação. Entre as principais recomendações podemos destacar: (1) complementar o sistema atual de UCs de forma a obter uma representação significativa de todas as tipologias vegetais da Caatinga, visando uma preservação mais abrangente possível da biodiversidade e o fluxo genético entre populações de uma mesma espécie; (2) alcançar, nos próximos cinco anos, o percentual mínimo de 10% da área da Caatinga dentro de UCs de preservação permanente (uso indireto); (3) criar uma nova categoria de área protegida – Área de Recuperação Ambiental, não incluída nos 10% mencionados acima – e implantação da mesma em áreas gravemente afetadas pela desertificação e (4) criar um programa de apoio a proprietários de RPPNs para incentivar ações de conservação e disponibilizar apoio técnico para o desenvolvimento e implementação de planos de manejo.

Além das recomendações referentes ao sistema de unidades de conservação, foram elaboradas 11 recomendações relativas à caça tradicional para subsistência e esportiva, desmatamento e retirada de lenha e uso do fogo na Caatinga. Por fim, foram feitas 33 recomendações de ações pontuais, envolvendo tanto modificações de algumas UCs existentes, como a criação de novas UCs. Estas ações estão bem distribuídas, incluindo os diferentes tipos de formações vegetais existentes na Caatinga.

Uso Sustentável

O subprojeto identificou as principais atividades humanas que alteram a biodiversidade na Caatinga e propôs um conjunto de 94 recomendações para diminuir seus impactos através da adoção de práticas mais compatíveis com a manutenção dos processos ecológicos da região. Foram feitas recomendações sobre: a fauna, os recursos florestais, as áreas degradadas, a agricultura e a pecuária. Adicionalmente, foram feitas sugestões para desenvolver a educação ambiental, o ecoturismo e o papel das unidades de conservação na região.

Entre as principais recomendações estão:

Fauna — (1) atualizar a lista de espécies ameaçadas de extinção; (2) realizar estudos para reintrodução de espécies nas áreas de proteção (repovoamento) e (3) criar programas de estímulo e incentivo à criação em cativeiro.

Recursos florestais — (1) fomentar atividades agroflorestais através de eventos de difusão, visando conscientizar e estimular técnicos e agricultores; (2) buscar financiamento institucional dos órgãos governamentais e ONGs para a solução de problemas comuns, evitando dispersão de esforços e recursos e (3) incentivar a parceria entre os setores de pesquisa, ensino e extensão com entidades privadas para uma atuação integrada.

Comércio de lenha e regras de reposição florestal — (1) estabelecer recomendações aos órgãos de pesquisa e outros, para elaboração de um zoneamento indicativo de espécies potenciais para reflorestamento, por zona agroecológica de cada estado; (2) identificar mecanismos administrativos ou financeiros que permitam a operacionalização de propostas para reposição florestal por parte de agricultores e indústrias consumidoras de lenha e carvão; (3) delimitar regiões prioritárias para reposição

florestal, em função das indústrias existentes, do avanço de desmatamento, ou de áreas em processo de desertificação e (4) estabelecer normas de reflorestamento, permitindo ao reflorestador padrões indicativos de manejo das espécies.

Desertificação — (1) elaborar e implementar o Plano Nacional de Desertificação; (2) refinar e atualizar o diagnóstico dos indicadores de desertificação; (3) monitorar as áreas em processo de desertificação; (4) estabelecer programas emergenciais para o isolamento e recuperação de áreas desertificadas; (5) mapear as áreas com fragmentos de vegetação primária e (6) avaliar o grau de sustentabilidade ecológica das unidades de paisagem que compreende o semi-árido brasileiro.

Desenvolvimento e disseminação de tecnologias — (1) identificar as tecnologias e experiências bem sucedidas em utilização sustentável (econômica e ambiental) dos recursos naturais da Caatinga; (2) oferecer as listas das tecnologias geradas pelos órgãos de pesquisas e de outras instituições, como auxílio de informações ao combate à desertificação e (3) criar bancos de dados referentes ao tema, a fim de centralizar as fontes de tecnologias e facilitar o repasse desses conhecimentos.

Bioprospecção — (1) elaborar programas de incentivo as pesquisas farmacológicas de plantas medicinais; (2) gerar banco de dados sobre o uso de plantas medicinais; (3) elaborar programas de incentivo ao plantio de plantas medicinais; (4) realizar levantamentos botânicos específicos para novas plantas com potencial medicinal e (5) resgatar o conhecimento popular sobre o uso das plantas medicinais.

Agricultura e pecuária — (1) fiscalizar o cumprimento legal do uso das áreas ribeirinhas; (2) divulgar os resultados de pesquisa de modo que os mesmos cheguem ao agricultor de forma clara;

(3) manejar as pragas de forma integrada, através do controle biológico, visando reduzir o uso de agrotóxicos; (4) monitorar todos perímetros irrigados e (5) desenvolver sistemas integrados mais eficientes de controle das principais pragas e doenças que afetam os cultivos irrigados, inclusive sua aplicação em cultivos orgânicos.

Educação ambiental — (1) desenvolver e implantar programas de educação ambiental integrado às escolas e as associações rurais; (2) criar bancos de dados sobre experiências de educação ambiental na Caatinga e (3) reforçar a descentralização do sistema de gestão ambiental, fortalecendo a ação ambiental nos municípios com implementação de Agendas 21. No que diz respeito ao ecoturismo sugere-se: (1) avaliar o potencial turístico e criar condições para o turismo ecológico e (2) explorar o potencial turístico ecológico regional aliado a programas de educação ambiental. Por fim, sugere-se o seguinte sobre unidades de conservação: (1) instituir leis de implantação de unidades municipais de conservação da biodiversidade em toda área de Caatinga e (2) criar linhas de crédito específicas para projetos de conservação da biodiversidade, recuperação ambiental e manejo sustentável de recursos naturais, especialmente para pequenos produtores e comunidades locais.

Políticas Públicas

Neste item foram geradas 63 recomendações, referentes a sete grandes temas. Destacam-se as seguintes recomendações:

Áreas protegidas, recuperação de áreas degradadas e ordenamento territorial — (1) concluir o zoneamento ambiental, executado pelo governo federal em articulação com a SUDENE na escala 1:100.000 ou, alternativamente, executar o zoneamento na escala 1:50.000, antecipando uma necessidade futura e (2) executar

o zoneamento ambiental nas escalas de 1:50.000, 1:20.000 ou 1:15.000 nas áreas prioritárias para gestão e proteção biorregional, indicadas neste seminário.

Aprimoramento da gestão de políticas públicas de conservação da biodiversidade — (1) incentivar a integração institucional dos órgãos do meio ambiente, INCRA, BN e BB, DNOCS, ANA, CODEVASF, ANEL, CHESF, SUDENE e demais agências com atuação na Caatinga, com o objetivo de avaliar os impactos das ações planejadas e em execução sobre a biodiversidade; (2) implementar o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC e (3) implementar o novo Código Florestal, com base na proposta aprovada pelo CONAMA.

Educação Ambiental — (1) desenvolver campanhas amplas e permanentes de conscientização e mobilização através da mídia, sobre a importância da preservação ambiental e do uso sustentável dos recursos naturais; (2) divulgar amplamente a importância da água e a necessidade da sua conservação e utilização sustentável, notadamente na Caatinga; (3) divulgar a interação entre a preservação ambiental e a saúde pública (ocupação predatória, contaminação dos recursos hídricos e dos solos, etc.) e (4) integração o MMA com os governos estaduais e municipais, com o Ministério Público, e o Poder Judiciário, para a realização de seminários sobre a legislação ambiental, com o envolvimento das curadorias do meio ambiente e organizações civis de direito ambiental.

Financiamento e incentivos econômicos para conservação — (1) criar grupos de trabalho para a elaboração de programas em harmonia com os planos federais, estaduais e municipais, visando à captação de recursos de fundos internacionais e nacionais, e a sua inclusão nos orçamentos governamentais; (2) direcionar a aplicação de mecanismos compensatórios financeiros, pagos pelos usuários

de água e exploração mineral, com participação paritária dos estados e municípios, à preservação ambiental, com destaque para a conservação das matas ciliares e a recuperação das áreas de nascentes, nas suas esferas de abrangência; (3) estimular a aprovação de incentivos fiscais através de renúncia do governo, para investimento nas RPPNs; (4) ampliar o FNE Verde, incluindo empréstimos para RPPNs e (5) privilegiar, na periferia das áreas preservadas, a aplicação de recursos de programas como o FNE Agrícola, BB Agricultura Orgânica, PRONAF e outros, à agricultura sustentável.

Geração de conhecimento e formação de recursos humanos — (1) criar linhas de financiamento, integrando o CNPq e outras agências de fomento, para pesquisa e formação de recursos humanos em ecologia da Caatinga, atrelada à rede de pesquisa e outras iniciativas de cunho ambiental e o desenvolvimento sustentável, obedecendo as prioridades a serem definidas no plano de ação para este ecossistema; (2) elaborar bancos de dados sobre a Caatinga, articulados com a Rede Brasileira de Biodiversidade e fortalecimento dos atuais centros de informação sobre conservação, utilização sustentável e repartição justa e equitativa dos benefícios da biodiversidade; (3) desenvolver experiências referenciais em agricultura sustentável, do ponto de vista econômico, social e ambiental, com ênfase na agricultura familiar, atrelado à capacitação dos agentes e comunidades envolvidas e (4) inventariar e disseminar o conhecimento tradicional das comunidades locais.

Do rio São Francisco — (1) garantir que todas as políticas públicas sejam desenvolvidas na perspectiva de convivência sustentável com as condições do semi-árido; (2) promover o desenvolvimento de ações prioritárias de revitalização da bacia do rio São Francisco e bacias coligadas e (3) assegurar que, havendo necessidade de interligação de bacias e/ou transposição de águas,

que estas sejam fundamentadas em estudos técnicos e científicos de viabilidade sócio-econômica e de impactos ambientais, e que só sejam aprovadas após amplo debate com a comunidade científica, campanha de esclarecimento e audiências públicas com a população envolvida.

Estratégias para implementação dos resultados do seminário Biodiversidade da Caatinga — (1) elevar a Caatinga à condição de Patrimônio Nacional Natural (Art. 225 da Constituição do Brasil); (2) buscar a inclusão das recomendações nos PPAs estaduais e federal no plano de desenvolvimento regional da SUDENE e no planejamento do Banco do Nordeste; (3) realizar seminários para divulgação dos resultados, com a participação de governadores, presidentes de órgãos e reitores de universidades regionais, autoridades civis, religiosas e diplomáticas, representantes das comunidades, organizações multi e bilaterais e representantes de ONGs internacionais e (4) divulgar os resultados do seminário do Bioma Caatinga junto ao Fórum de Secretários de Meio Ambiente, Associações de Prefeitos, Comissões Parlamentares de Meio Ambiente, Ministério Público e demais fóruns da sociedade civil organizada.

Considerações finais

Um dos principais mitos em relação a Caatinga é de que este ecossistema é pobre em espécies e endemismos, mesmo quando comparado com outras biotas de regiões semi-áridas. Os resultados deste subprojeto, bem como as informações contidas neste livro, não suportam este mito. A Caatinga abriga na verdade um importante patrimônio biológico que, organizado na forma de um sistema biológico, presta importantes serviços à espécie humana. O poder público e a sociedade civil organizada possuem hoje um instrumento poderoso para a gestão adequada dos recursos naturais

da Caatinga. A grande quantidade de informações organizadas e colocadas disponíveis, mais as recomendações feitas por especialistas com base nestas informações durante todo o processo do subprojeto, faz com que, pela primeira vez, se tenha um conjunto integrado de informações e diretrizes para a conservação da diversidade biológica da Caatinga. Desta forma, espera-se que os planos de desenvolvimento propostos para a região levem em conta os resultados do subprojeto e assim possam compatibilizar desenvolvimento econômico e manutenção da integridade dos ecossistemas regionais.

Referências bibliográficas

- AB'SÁBER, A. N. 1977. Os domínios morfoclimáticos da América do Sul. Primeira aproximação. *Geomorfologia* 52: 1-21.
- CASTELLETTI, C. H. M., J. M. C. SILVA, M. TABARELLI & A. M. M. SANTOS. 2003. Quanto ainda resta da Caatinga? Uma estimativa preliminar. In press in: J. M. C. Silva, M. Tabarelli, M. Fonseca & L. Lins (orgs.) Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação. Ministério do Meio Ambiente, Brasília.
- DIAS, B. F. S. 2001. Demandas governamentais para o monitoramento da diversidade biológica brasileira. Pp. 17-28 in: I. Garay & B. Dias (orgs.) *Conservação da biodiversidade em ecossistemas tropicais: avanços conceituais e revisão de novas metodologias de avaliação e monitoramento*. Editora Vozes, Rio de Janeiro.
- GIL, P. R. 2002. *Wilderness: earth's last wild places*. CEMEX, S.A., Cidade do México.
- IBGE. 1985. *Atlas nacional do Brasil*. IBGE, Rio de Janeiro.
- IBGE. 1993. *Mapa de vegetação do Brasil*. IBGE, Rio de Janeiro.
- MARGULES, C. R. & R. L. PRESSEY. 2000. Systematic conservation planning. *Nature* 405:243-253.

M. Tabarelli & J. M. C. Silva

- MMA – Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. 1998. *Primeiro relatório nacional para a Convenção sobre Biodiversidade Biológica – Brasil*. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, Brasília.
- MMA – Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. 2000. *Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos*. Conservation International do Brasil, Fundação SOS Mata Atlântica e Fundação Biodiversitas, Brasília.
- MMA – Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. 2002. *Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Caatinga*. Universidade Federal de Pernambuco, Conservation International do Brasil e Fundação Biodiversitas, Brasília.
- NOSS, R. F., M. A. O'CONNELL & D. D. MURPHY. 1997. *The science of conservation planning: habitat conservation under the endangered species*. Act. Island Press, Washington.
- PENNINGTON, R. T., D. E. PRADO & C. A. PENDRY. 2000. Neotropical seasonally dry forests and Quaternary vegetation changes. *Journal of Biogeography* 27:261-273.
- TABARELLI, M. & A. VICENTE. 2002. Lacunas de conhecimento sobre as plantas lenhosas da Caatinga. Pp. 25-40 in: E. V. S. B. Sampaio, A. M. Giulietti, J. Virgínio & C. F. L. Gamarra-Rojas, (orgs.) *Caatinga: vegetação e flora*. Associação Plantas do Nordeste e Centro Nordestino de Informações sobre Plantas, Recife.

Autores

Adriano Vicente - Natural de Aracajú, SE, Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Sergipe, Mestre em Botânica pela Universidade Federal Rural de Pernambuco e Doutorando em Botânica na Universidade Federal Rural de Pernambuco. Área de atuação: Biogeografia de plantas. Endereço: Departamento de Biologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Av. Dom Manoel de Medeiros, s/n., 52171-900, Dois Irmãos, Recife, PE, Brasil, e-mail: vicente27@bol.com.br

Ana Gabriela Delgado Bieber - Nascida em Recife, PE, é estudante do Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco. Atualmente trabalha nas áreas de Ecologia e Taxonomia de formigas. Endereço: Departamento de Botânica, Universidade Federal de Pernambuco, Av. Professor Moraes Rego, s/n., 50670-901, Cidade Universitária, Recife, PE, Brasil, e-mail: gabieber@hotmail.com

André Mauricio Melo Santos - Natural de Recife, PE, Biólogo, com Bacharelado e Licenciatura pela Universidade Federal de Pernambuco, Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal desta universidade. Atualmente trabalha com Biogeografia e Biologia da Conservação. Endereço: Departamento de Botânica, Universidade Federal de Pernambuco, Av. Moraes Rego, s/ no., 50670-901, Cidade Universitária, Recife, PE, Brasil, e-mail: biosantos@yahoo.com.br

Ariadna Valentina Lopes - Natural de Recife, PE, Bióloga, Doutora pela Universidade de Campinas, com Doutorado Sanduíche pela Universidade de Viena, Áustria. Foi Bióloga do Departamento de Botânica da Universidade Federal de Pernambuco entre 1994 e 2002 e atualmente é Professora Adjunto I do mesmo departamento, tendo publicado vários artigos em Ecologia da Polinização e Biologia Reprodutiva. Endereço: Laboratório de Biologia Floral e Reprodutiva, Departamento de Botânica, Universidade Federal de Pernambuco, Av. Moraes Rego, s/ no., 50670-901, Cidade Universitária, Recife, PE, Brasil, e-mail: avflopes@ufpe.br

Artur Campos Dália Maia - Natural de Recife, PE, Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Pernambuco. Trabalha com Sistemática e Ecologia de Buprestidae e Cerambycidae (Coleoptera). Endereço: Departamento de Zoologia, Universidade Federal de Pernambuco, Av. Moraes

Autores

Rego, s/n., 50670-901, Cidade Universitária, Recife, PE, Brasil, e-mail: bauduco@hotmail.com

Caio José Carlos - Nascido em Recife, PE, é Bacharel em Biologia pela Universidade Federal de Pernambuco (2000). Atualmente desenvolve pesquisas relacionadas à Ecologia e Conservação das aves na Floresta Atlântica. Endereço: Departamento de Zoologia, Universidade Federal de Pernambuco, Av. Professor Moraes Rego, s/n., 50670-901, Cidade Universitária, Recife, PE, Brasil, e-mail: cajoca@uol.com.br

Carlos Eduardo Beserra Nobre - Natural de Recife, PE, Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Pernambuco. Trabalha com Sistemática e Ecologia de Curculionidae (Coleoptera). Endereço: Departamento de Zoologia, Universidade Federal de Pernambuco, Av. Moraes Rego, s/ n., 50670-901, Cidade Universitária, Recife, PE, Brasil, e-mail: dbeholder@yahoo.com

Carlos Henrique Madeiros Castelletti - Nascido em Recife, PE, Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Pernambuco em 2000. Atua na área de geotecnologias em planejamento e gestão ambiental, e em ecologia de paisagens. Atualmente cursando pós-graduação em fotografia e pesquisa o uso da fotografia nas Ciências Biológicas. Endereço: Departamento de Zoologia, Universidade Federal de Pernambuco, Av. Moraes Rego, s/ n., 50670-901, Cidade Universitária, Recife, PE, Brasil, e-mail: henrique@castelletti.com.br

Celso Feitosa Martins - Natural de São Paulo, SP, Biólogo, Doutor em Zoologia pela Universidade de São Paulo em 1990. Professor Adjunto IV do Departamento de Sistemática e Ecologia da Universidade Federal da Paraíba. Com experiência de ensino em Zoologia, Entomologia e Insetos Sociais e particularmente interessado em Ecologia, comportamento e diversidade de abelhas. Endereço: Departamento de Sistemática e Ecologia/CCEN, Universidade Federal da Paraíba, 58059-9000, João Pessoa, PB, Brasil, e-mail: cmartins@dse.ufpb.br

Cibele Rodrigues Bonvicino - Natural de Araçatuba, SP, Bióloga pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Mestre em Zoologia pela Universidade Federal da Paraíba e Doutora em Genética pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. É pesquisadora do Instituto Nacional de Câncer desde 1996 e da Fundação Instituto Oswaldo Cruz desde 2000, onde desenvolve trabalhos com alocação gênica, carcinogênese e Sistemática e Taxonomia de mamíferos. Endereço: Instituto Nacional de Câncer, Coordenadoria de Pesquisa, Divisão de Genética, Praça Cruz Vermelha 23, 6º andar, CEP 20230-130, Rio de Janeiro, RJ, Brasil e Laboratório de Biologia e Controle da Esquistossomose,

Departamento de Medicina Tropical, Fundação Oswaldo Cruz, Av. Brasil, 4365, Mangueiros, 21045-900, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, e-mail: cibelerb@inca.gov.br

Cleide Maria R. de Albuquerque - Natural de Natal, RN, Bióloga, Doutora em Imunologia de Insetos pela Universidade de Keele (Inglaterra). Professora Adjunto do Departamento de Zoologia da Universidade Federal de Pernambuco com experiência em controle biológico. Endereço institucional: Departamento de Zoologia, Universidade Federal de Pernambuco. Av. Moraes Rego, s/ n°, 50670-901, Cidade Universitária, Recife, PE, Brasil, e-mail: cleide@ufpe.br

Darién E. Prado - Natural de Córdoba, Argentina, Engenheiro Agrônomo, PhD pela St. Andrews University, Scotland. É Professor Titular de Botânica na Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario e membro do CONICET, Argentina. Trabalhou nas florestas secas do Chaco por mais de 20 anos. Seu principal interesse é em Biogeografia Neotropical, *i.e.* os padrões de distribuição de espécies lenhosas. Também publicou em Fitosociologia, Taxonomia e Anatomia de *Capparaceae* e Biologia Reprodutiva de plantas. Endereço: Cátedra de Botánica, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario, C.C. Nº 14, S2125ZAA Zavalla, Prov. Santa Fe, Argentina, e-mail: dprado@agatha.unr.edu.ar

Débora Kiyomi Suzuki - Natural de São Paulo, SP, estudante do Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco. Trabalha com Sistemática e Ecologia de Chrysomelidae (Coleoptera). Endereço: Departamento de Zoologia, Universidade Federal de Pernambuco, Av. Moraes Rego, s/ n., 50670-901, Cidade Universitária, Recife, PE, Brasil, e-mail: debora_suzuki@yahoo.com.br

Dilosa Carvalho de Alencar Barbosa - Natural de Cabo de Santo Agostinho, PE, Graduada em História Natural (1967), pela Faculdade de Filosofia do Recife, Mestre em Botânica (1976) e Doutora em Ciências, área de concentração Botânica (1981), ambos pela Universidade de São Paulo e Pós-Doutorado (1994) na área de Ecofisiologia de regiões semi-áridas, pela Universidade de Barcelona, Espanha. Linha de pesquisa: Ecofisiologia da reprodução e do crescimento de espécies lenhosas da Caatinga. Endereço: Departamento de Botânica, Universidade Federal de Pernambuco, Av. Prof. Moraes Rego, s/n. 50690-901, Cidade Universitária, Recife, PE, Brasil, e-mail: dilosa@ufpe.br

Diva Maria Borges-Nojosa - Natural de Fortaleza, CE. Atualmente é Professora Adjunto da Universidade Federal do Ceará, onde cursou a graduação em Ciências Biológicas (1983-1987). Sua tese de mestrado em Zoologia

Autores

(1988-1991, UFPB) abordou a herpetofauna do maciço de Baturité, com enfoque taxonômico, ecológico e biogeográfico. No doutorado em Zoologia (1997-2002, Museu Nacional/UFRJ), continuou estudando a herpetofauna dos brejos do Ceará, com o principal objetivo de compreender a correlação existente entre eles e os maiores corpos de mata-úmida neotropicais: a Mata Atlântica e a Floresta Amazônica. Endereço: Laboratório de Herpetologia, Universidade Federal do Ceará, Caixa Postal 52.856, 60151-970, Fortaleza, CE, Brasil, e-mail: dmborges@ufc.br

Fausto José de Araújo Muniz - Natural de Recife, PE, estudante do curso de Bacharelado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Pernambuco. Endereço: Departamento de Zoologia, Universidade Federal de Pernambuco, Av. Moraes Rego, s/ nº, 50670-901, Cidade Universitária, Recife, PE, Brasil, e-mail: e-mail:faustomuniz@hotmail.com

Fernando César Vieira Zanella - Natural de Pato Branco, PR, Biólogo, Doutor em Entomologia pela Universidade de São Paulo, Campus de Ribeirão Preto, em 1999. Professor Adjunto I do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal da Paraíba, com experiência de ensino em Ecologia e Manejo da Fauna Silvestre e particularmente interessado em Sistemática, Biogeografia, Ecologia e Conservação de abelhas. Endereço: Departamento Engenharia Florestal, Universidade Federal de Campina Grande, Cx. P. 64, 58059-9000, Patos, PB, Brasil, e-mail: fzanella@cstr.ufpb.br

Fernando Groth - Natural de São Leopoldo, RS, Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Federal da Paraíba (2002), desenvolvendo pesquisas em Sistemática e Biogeografia de peixes de água doce do nordeste do Brasil. Endereço: Departamento de Sistemática e Ecologia, CCEN, Universidade Federal da Paraíba, Campus Universitário, CEP 58059-900, João Pessoa, PB, Brasil, e-mail: grothfernando@yahoo.com.br

Heraldo Antonio Britsk - Natural de Corumbataí, SP, Doutor pela Universidade de São Paulo (1973). Atualmente é Professor Doutor (aposentado) do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo e bolsista do CNPq nível IA, desenvolvendo pesquisas em Sistemática de peixes de água doce neotropicais. Endereço: Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, Caixa Postal 42694, CEP 04299-970, São Paulo, SP, Brasil, e-mail: mhbritski@uol.com.br

Inara R. Leal - Natural de Itajaí, SC, Bióloga pela Universidade Federal de Santa Catarina (1990), Mestre (1994) e Doutora (1998) em Ecologia pela Universidade Estadual de Campinas. Atualmente é Professora Adjunto do Departamento de Botânica da Universidade Federal de Pernambuco com

experiência de ensino em Ecologia. Trabalha com Sistemática, Ecologia e Comportamento de formigas, especialmente em interações entre formigas e plantas. Endereço: Departamento de Botânica, Universidade Federal de Pernambuco, Av. Moraes Rego, s/ no., 50670-901, Cidade Universitária, Recife, PE, Brasil, e-mail: irleal@ufpe.br

Isabel Cristina Machado - Natural de Recife, PE, Bióloga, Doutora pela Universidade de Campinas, com Doutorado Sanduíche na Universidade de Mainz, Alemanha. Professora Adjunto IV do Departamento de Botânica da Universidade Federal de Pernambuco, publicou numerosos artigos em Ecologia da Polinização, Fenologia Vegetal e Biologia Reprodutiva. Em 1990 criou o Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal da UFPE, atuando como coordenadora por sete anos. Também esteve à frente do PIBIC-UFPE como coordenadora entre 2000 e 2003 e atualmente é Diretora de Pós-Graduação da Pró-Reitoria para assuntos de Pesquisa e Pós-Graduação da UFPE. Endereço: Laboratório de Biologia Floral e Reprodutiva, Departamento de Botânica, Universidade Federal de Pernambuco, Av. Moraes Rego, s/ no., 50670-901, Cidade Universitária, Recife, PE, Brasil, e-mail: imachado@ufpe.br

João Alves de Oliveira - Natural do Rio de Janeiro, Biólogo pela UFRJ, Mestre em Zoologia pelo Museu Nacional (UFRJ) e Doutor em Zoologia pela Texas Tech University, EUA. É Professor do Departamento de Vertebrados, Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro desde 1995, onde é um dos responsáveis pelo acervo de mamíferos, desenvolvendo pesquisas em Sistemática, Taxonomia e distribuição de mamíferos neotropicais. Endereço: Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Departamento de Vertebrados, Quinta da Boa Vista, s/n. CEP 20940-040, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, e-mail: jaoliv@mn.uffj.br

José Maria Cardoso da Silva - Nascido em Belém, PA, Doutor em Biologia pela Universidade de Copenhagen, Dinamarca. Professor Adjunto Licenciado do Departamento de Zoologia da Universidade Federal de Pernambuco e Diretor para a Amazônia do Instituto Conservation International do Brasil. Trabalha com Sistemática, Ecologia e Conservação de aves. Endereço: Instituto Conservation International do Brasil S.A., Avenida Nazaré, 541, sala 301. Ed. José Miguel Bitar, 66035-170 Belém, PA, Brasil, e-mail: j.silva@conservation.org.br

Lilian Cristine Marinho de Lima - Natural de Recife, PE, aluna do Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco. Linha de Pesquisa: Morfologia de frutos, sementes e plântulas da Caatinga. Endereço: Departamento de Botânica, Universidade Federal de Pernambuco,

Autores

Av. Moraes Rego, s/ no., 50670-901, Cidade Universitária, Recife, PE, Brasil,
e-mail: lilicristine@bol.com.br

Luciana Iannuzzi - Natural de Cascavel, PR, Bióloga, Doutora em Entomologia pela Universidade Federal do Paraná em 1999. Professora Visitante do Departamento de Zoologia da Universidade Federal de Pernambuco. Trabalha com Sistemática e Ecologia de Coleoptera. Endereço: Departamento de Zoologia, Universidade Federal de Pernambuco, Av. Moraes Rego, s/ nº, 50670-901, Cidade Universitária, Recife, PE, Brasil, e-mail: lucianaianuzi@uol.com.br

Manuella Andrade de Souza - Nascida em Recife, PE, Bacharel em Biologia pela Universidade Federal de Pernambuco, no ano de 2000. Estudante do mestrado em zoologia do Museu Paraense Emílio Goeldi. Trabalha com Sistemática, Ecologia e Conservação de aves. Endereço: Museu Paraense Emílio Goeldi - Programa de Pós-Graduação em Zoologia, Departamento de Zoologia, Campus de Pesquisa, Avenida Perimetral, 1901, 66077-530, Terra Firme, Belém, PA, Brasil, e-mail: manuella_andrade@hotmail.com

Marcelo Tabarelli - Nascido em Santa Maria, RS, Graduado em Agronomia pela Universidade Federal de Santa Maria, Doutor em Ecologia pela Universidade de São Paulo. Atualmente é Professor Adjunto II do Departamento de Botânica da Universidade Federal de Pernambuco, onde desenvolve estudos na área de Ecologia e Conservação de plantas lenhosas. Endereço: Departamento de Botânica, Universidade Federal de Pernambuco, Av. Moraes Rego, s/ no., 50670-901, Cidade Universitária, Recife, PE, Brasil, e-mail: mtrelli@ufpe.br

Marlene Carvalho de Alencar Barbosa - Natural da cidade de Cabo de Santo Agostinho (PE), Bióloga pela Universidade Federal de Pernambuco e Curadora do Herbário UFP dessa Universidade. Linha de Pesquisa: Morfologia de frutos, sementes e plântulas da Caatinga. Endereço: Departamento de Botânica, Universidade Federal de Pernambuco, Av. Prof. Moraes Rego, s/n. 50690-901, Cidade Universitária, Recife, PE, Brasil, e-mail: marlenealencar@yahoo.com.br

Miguel Trefaut Rodrigues - Professor Titular do Departamento de Zoologia do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Graduou-se em 1978 pela Universidade de Paris e obteve seu Doutorado na USP em 1984 com um estudo sobre a Sistemática e Zoogeografia de lagartos do gênero *Tropidurus*. Seu trabalho está voltado para o estudo da Sistemática, Ecologia e Evolução da herpetofauna neotropical. Foi Professor da Universidade Federal da Paraíba entre 1982 e 1986 e Diretor do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo entre 1997 e 2001. Endereço: Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências,

Universidade de São Paulo, Caixa Postal 11.461, CEP 05422-970, São Paulo, SP, Brasil, e-mail: mturodri@usp.br

Naércio Aquino Menezes - Natural de Aracajú, SE, Doutor pela Harvard University, Cambridge, Massachusetts, EUA (1968). Atualmente é Professor Titular (aposentado) do Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. Linha de Pesquisa: Sistemática e Biogeografia de peixes de água doce da América do Sul e de peixes marinhos da costa do Brasil. Endereço: Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, Caixa Postal 423594, CEP 04299-970, São Paulo, SP, Brasil, e-mail: naercio@usp.br

Pablo Rodrigues Gonçalves - Natural de Governador Valadares, MG, Biólogo pela Universidade Federal de Viçosa e Mestre em Zoologia pelo Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Atualmente é aluno de doutorado do Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Zoologia) do Museu Nacional/UFRJ, desenvolvendo trabalhos em Sistemática e Biogeografia de pequenos mamíferos. Endereço: Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Departamento de Vertebrados, Quinta da Boa Vista, s/n. CEP 20940-040, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, e-mail: prg@acd.ufrj.br

Ricardo de Souza Rosa - Natural de Porto Alegre, RS, Doutor pelo Virginia Institute of Marine Science, College of William and Mary, Virginia, EUA (1985). Atualmente é Professor Adjunto do Departamento de Sistemática e Ecologia da Universidade Federal da Paraíba, desenvolvendo pesquisas sobre Sistemática e Ecologia de peixes neotropicais. Endereço: Departamento de Sistemática e Ecologia, CCEN, Universidade Federal da Paraíba, Campus Universitário, CEP 58059-900 João Pessoa, PB, Brasil, e-mail: rsrosa@dse.ufpb.br

Roselita Altagina da Silva - Natural de Maragogipe, BA, graduada em Biologia pela Universidade Federal da Bahia e Mestre em Biologia Vegetal pela Universidade Federal de Pernambuco. Trabalha com Sistemática e Ecologia de plantas da Caatinga. Endereço: Grupo Ecológico Germen, Rua: Ignácio Aciolle, 92, Pelorinho, BA, Brasil, e-mail: bioenseada@yahoo.com

Ulisses Caramaschi - Natural de Botucatu, SP. Graduou-se em Ciências Biológicas (1973-1976, UNESP), fez mestrado em Ecologia (1977-1981, UNICAMP) com variação estacional, distribuição espacial e alimentação de populações de hílideos (*Anura*) e o doutorado em Zoologia (1983-1989, USP) com sistemática do gênero *Sphaenorhyncus* (*Anura*, Hylidae). É atualmente Pesquisador e Professor Titular do Museu Nacional/UFRJ e trabalha com herpetologia em geral, especialmente com Sistemática e Ecologia de anuros.

Autores

Endereço: Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Quinta da Boa Vista, São Cristóvão, CEP 20.940-040, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, e-mail: Ulisses@acd.ufrj.br

Wilson José Eduardo Moreira da Costa - Natural do Rio de Janeiro, RJ, Doutor pela Universidade de São Paulo (1989), atualmente Professor Adjunto do Instituto de Biologia, Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Linha de Pesquisa: Sistemática, Biogeografia e Conservação de peixes da América do Sul. Endereço: Laboratório de Ictiologia Geral e Aplicada, Departamento de Zoologia, Universidade federal do Rio de Janeiro, Caixa Postal 68049, Cidade Universitária, 21944-970, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, e-mail: wcosta@acd.ufrj.br

Autores

Autores

-

806

Ecologia e Conservação da Caatinga

Editado por

Inara R. Leal

Universidade Federal de Pernambuco

Marcelo Tabarelli

Universidade Federal de Pernambuco

José Maria Cardoso da Silva

Instituto Coservation International do Brasil

Várias razões apontam o estudo e a conservação da diversidade biológica da Caatinga como um dos maiores desafios da ciência. A Caatinga é a única grande região natural brasileira cujos limites estão inteiramente restritos ao território nacional. Além disso, é o menos estudado e o mais ameaçado dos ecossistemas brasileiros, com menos de 2% do seu território protegido em unidades de conservação. E, por fim, a Caatinga continua passando por um extenso processo de alteração e deterioração ambiental provocado pelo uso insustentável dos seus recursos naturais, o que está levando a rápida perda de espécies únicas, a eliminação de processos ecológicos chaves e a formação de extensos núcleos de desertificação em vários setores da região.

O objetivo deste livro é estruturar o conhecimento já existente sobre a Caatinga em um formato adequado para permitir a identificação e compreensão dos grandes padrões e processos evolutivos e ecológicos que operam na região. **Ecologia e Conservação da Caatinga** refuta definitivamente a falsa noção de que a Caatinga é uma região pobre em espécies e endemismos, e, por isso, homogênea e desinteressante para pesquisas que visam compreender os intrincados processos que deram origem e ajudam a manter a extraordinária diversidade biológica sul-americana.

Apoio

