

Universidade Federal de Pernambuco – UFPE
Centro de Ciências Biológicas - CCB
Departamento de Botânica
Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal – PPGBV
Laboratório de Morfo-Taxonomia Vegetal - MTV

A VEGETAÇÃO EM AFLORAMENTOS ROCHOSOS
NO SEMI-ÁRIDO: DIVERSIDADE E RESPOSTAS
AO AMBIENTE

POLYHANNA RUTH GOMES DOS SANTOS

ORIENTADOR: DR. MARCCUS ALVES

RECIFE, 2009

POLYHANNA RUTH GOMES DOS SANTOS

**A VEGETAÇÃO EM AFLORAMENTOS
ROCHOSOS NO SEMI-ÁRIDO: DIVERSIDADE E
RESPOSTAS AO AMBIENTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal da Universidade Federal de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Biologia Vegetal.

Recife, 2009

Santos, Polyhanna Ruth Gomes dos
A vegetação em afloramentos rochosos no Semi-Árido: diversidade e
respostas ao ambiente/ Polyhanna Ruth Gomes dos Santos. – Recife: O
Autor, 2009

71 folhas: il., fig., tab.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de
Pernambuco. CCB. Departamento de Botânica, 2009.

Inclui bibliografia

1. Florística. 2. Flora-Brasil-Nordeste, PE. 3. Afloramentos
rochosos. 4. Caatinga I Título.

581.527

CDU (2.ed.)

UFPE

581.7

CDD (22.ed.)

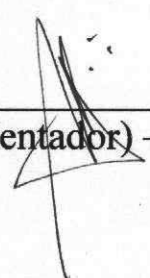
CCB – 2009- 51

POLYHANNA RUTH GOMES DOS SANTOS

**“A VEGETAÇÃO EM AFLORAMENTOS ROCHOSOS
NO SEMI-ÁRIDO: DIVERSIDADE E
RESPOSTAS AO AMBIENTE”**

BANCA EXAMINADORA:

Dr. Marccus Vinícius da Silva Alves (Orientador) – UFPE



Maria Regina de Vasconcellos Barbosa

Dra. Maria Regina de Vasconcellos Barbosa - UFPB

Kátia Torres Ribeiro

Dra. Kátia Torres Ribeiro – ICMCB

*A meus pais, Márcia e José Abrahão, por
sempre me motivarem a ir mais além...*

AGRADECIMENTOS

Não fosse a rede de colaboração com a qual pude contar durante o desenvolvimento deste trabalho, sem dúvida ele não seria possível. Como esta parte do corpo da dissertação depende da qualidade da minha memória no momento em que proponho a escrevê-la, invariavelmente esquecerei de alguém. Por isso, antecipadamente, me desculpo pelos deslizes.

Primeiramente, desejo expressar meus agradecimentos às instituições que tornaram a pesquisa plausível. Necessariamente ao CNPq, pela bolsa concedida, que financiou todas as coletas de campo, as participações em congressos e todo o custo adicional da dissertação. A Universidade Federal de Pernambuco por ter cedido suas instalações, especialmente as pessoas a frente da chefia do Departamento de Botânica e do Programa de Pos-Graduação em Biologia Vegetal (PPGBV).

Em segundo lugar, agradeço aos senhores Manuel e Edvaldo, proprietários dos principais acessos às áreas de estudo.

Agradeço a Dr. Marccus Alves pela orientação, dedicação, confiança e, principalmente, por ter me dado muitas oportunidades para ter uma formação profissional o mais completa possível, incentivando o desenvolvimento de minhas diferentes habilidades. Muito obrigada!

Aos professores e colegas do PPGBV – UFPE, pelo fluxo de conhecimento em disciplinas e seminários, especialmente a professora Dra. Cecília Costa pelas noções básicas de Estatística. Agradeço aos demais funcionários do programa, especialmente ao secretário Hildebrando Silva pela solicitude, agilidade e organização.

Agradeço ao Prof. Dr. Fábio Scarano e a Profa. Dra. Maria Jesus Rodal pela contribuição como revisores do projeto. Ao Prof. Manoel Raimundo S. Junior do Dept. de Estatística – UFPE pelas construtivas discussões e pela extrema solicitude.

Aos taxonomistas A. Alves-Araújo (Amaryllidaceae), B.S. Amorim (Euphorbiaceae e Malvaceae), D. Amorim (Passifloraceae), E. Córdula (Fabaceae), E. Franklin (Piperaceae), J. R. Maciel (Poaceae), L. Lima Santos (Bignoniaceae), L. P. Félix (Orchidaceae), M. F. Lucena (Euphorbiaceae e Phyllanthaceae), M. Ibrahim (Myrtaceae), M. Kaehler (Bignoniaceae), M. T. Vital (Convolvulaceae), T. Pontes (Araceae) e Y. Melo (Alstromeriaceae), cuja contribuição representa o lastro deste trabalho.

Agradeço aos curadores dos herbários visitados e do herbário “alugado” UFP, administrado pela Profa. Marlene Barbosa. A esta, expresso minha amizade e gratidão por ter tornado meus dias mais doces e pelo exemplo de dedicação profissional. Minha gratidão também aos estagiários do UFP por colaboraram na montagem, tombamento e inclusão do material e por terem me adotado como agregada, especialmente, as duas Julianas, Chris, Lucinéia, Djanira e Petrônio.

A Teresa por ter me recebido em sua linda casinha em Feira de Santana. A Shirley por também ter me hospedado em Rio Claro, onde pude desfrutar de isolamento construtivo, durante a redação.

Aos meus colegas do laboratório de Morfo-Taxonomia Vegetal que estiveram presentes em algumas das coletas de campo, auxiliaram no tratamento de meus dados, especialmente nas identificações. Dentre eles, agradeço notadamente a Katarina pelas correções das referências bibliográficas deste trabalho e a esta, Fátima, Yanna, Anderson, Bruno, Aline, Jefferson, Elisabeth, Tiago e Edlley, pela boa convivência e pelas calorosas discussões científicas. De maneira especial, reconheço minha primeira (co-) aluna, Kalinne, cuja gratificante oportunidade de orientação me proporcionou imensa satisfação em contribuir para a formação de outrem.

Serei sempre grata ao meu grande amigo Basílio Maciel por sua extrema solicitude e generosidade em ter cedido, desde a minha iniciação científica, sua casa em Terra Vermelha, como albergue nas expedições e por toda GRANDE ajuda nas coletas dos dados. Muitíssimo obrigada! Expresso minha gratidão também a sua família e a família de D. Marlene pelo carinho.

A meus amigos Cinthia e Atur pela companhia nas idas a campo. Aos meus demais amigos Alessandra, Rebeca, Poliana, Clarissa, Luciano, Coutinho, João, Maria Barbosa, Josefa e Maria de Lourdes por toda a força, carinho e sorrisos!

De maneira especial, serei sempre grata a meu namorado Marcelo, meu grande companheiro, em toda a acepção desta palavra, pela presença nas coletas, pela ajuda no processamento do material botânico e na obtenção de bibliografias, pelas construtivas discussões de artigos e nas disciplinas... por ter sido meu braço direito e meu braço esquerdo nessa etapa da minha formação, e, principalmente, por todo o carinho!

Por fim, não por serem menos importantes, mas por terem sido as pessoas que me carregaram até esse ponto: meus irmãos, Beca, Tita, Mó, Gassinho, Bia, Guigui e Quel (Clarissa) por serem também meus grandes companheiros e a esta última (outra filha bióloga) também pela ajuda em campo. Agradeço as minhas tias Midiam e Marli e a minha linda vovó Antônia, pela presença firme desde os primeiros momentos. Expresso minha profunda gratidão aos meus pais pela vida e pelo esforço em me deixarem a maior de todas as riquezas: *o conhecimento*. Em verdade, faltam as palavras no vocabulário humano para expressar meu enorme reconhecimento a minha família...

...e, a todos sem exceção, minha imensa gratidão com o desejo de que a generosidade, a mais nobre característica humana, nunca pereça!

SUMÁRIO

1. Apresentação	1
2. Fundamentação teórica.....	1
2.1. Conceito e Estado da arte.....	1
2.2. Condições ambientais em afloramentos rochosos.....	3
2.3. A vegetação em afloramentos rochosos.....	5
2.3.1. Ilhas de vegetação.....	5
2.3.2. Florística e estrutura.....	5
2.4. Referências.....	7
3. Capítulo 1 - Composição florística e diversidade em dois afloramentos rochosos no semi-árido, Nordeste do Brasil.....	17
3.1. Resumo.....	19
3.2. Introdução.....	19
3.3. Materiais e Métodos.....	20
3.4. Resultados.....	22
3.5. Discussão.....	24
3.6. Agradecimentos.....	26
3.7. Referências.....	26
4. Capítulo 2 - Influência de fatores ambientais na vegetação de afloramentos rochosos no semi-árido, Nordeste do Brasil.	45
4.1. Abstract.....	47
4.2. Resumo.....	47
4.3. Introdução.....	47
4.4. Métodos.....	48
4.5. Resultados.....	50
4.6. Discussão.....	52
4.7. Conclusões.....	54
4.8. Agradecimentos.....	54
4.9. Literatura Citada.....	55
5. Considerações finais.....	68
6. Resumo.....	69
7. Abstract.....	70
8. Normas dos periódicos.....	71

APRESENTAÇÃO

Poucas formações vegetacionais têm atraído tanto à atenção da comunidade científica quanto os afloramentos rochosos. Muito desse interesse é explicado por sua ampla distribuição e por representarem bons modelos experimentais, principalmente por seus limites espaciais facilmente reconhecíveis. Somando-se a isso, sobretudo, os interesses se voltam para esses ambientes, pois a biota que abrigam é de maneira geral peculiar, com numerosas espécies com distribuição restrita.

De forma oposta, não obstante serem característicos da região climática, no semi-árido os afloramentos são pouco estudados. Dessa maneira, o presente trabalho representa uma contribuição ao conhecimento da vegetação vascular que se estabelece em afloramentos rochosos no semi-árido brasileiro, especificamente no estado de Pernambuco.

A dissertação foi dividida em três partes. A primeira trata-se da parte introdutória, onde o leitor encontrará uma breve fundamentação teórica sobre tema. Em seguida, o primeiro capítulo contém o estudo florístico e estrutural da flora vascular de dois afloramentos rochosos, sendo o objetivo principal do trabalho. Como a bibliografia fornece indicativos de que as plantas de afloramentos rochosos respondem fortemente a fatores abióticos relacionados à estrutura da superfície rochosa, no segundo capítulo buscou-se verificar se a vegetação das áreas de estudo relaciona-se com algumas variáveis ambientais.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

CONCEITO E ESTADO DA ARTE

Afloramentos rochosos são intrusões de relevo isoladas e positivas, formadas por superfície rochosa dissecada, com depressões contendo solo extremamente raso e incluem os bornhardts, os pedimentos, as plataformas rochosas, dentre outros (Hunter, 2003; Ribeiro *et al.*, 2008). O termo inselbergue (do alemão *insel* – ilha e *berg* – montanha) tem sido equivocadamente utilizado como sinônimo de afloramento rochoso. No entanto, se refere exclusivamente a afloramentos originados através de processo de pediplanação (Morais, 1983).

Estudos sobre a biota de afloramentos rochosos foram recentemente intensificados, principalmente a partir de meados da década de 1990. Muito dessa expansão é resultado da

série de artigos desenvolvidos por Porembski e colaboradores (1995, 1996, 1997, 1998, 2007, dentre outros). E uma das mais fortes expressões da expansão do interesse científico sobre o tema, são os trabalhos multi-autores especificamente voltados para a biologia dos afloramentos rochosos (Porembski & Barthlott, 2000a; Barros & Scarano, 2007).

Entre os primeiros trabalhos sobre a vegetação de afloramentos rochosos estão os que foram conduzidos nos EUA (Burbanck & Platt, 1964; Burbanck & Phillips, 1983; Uno & Collins, 1987; Houle & Phillips, 1989; Houle, 1990), sendo o de Wyatt & Alisson (2000) um dos mais recentes. Isso torna os afloramentos rochosos de clima temperado melhores conhecidos que de outras zonas.

Nas regiões tropicais, a vegetação de afloramentos é relativamente bem conhecida no Leste e Oeste da África (Porembski *et al.*, 1995, 1996, 1997, 2000; Porembski & Barthlott, 1997; Burke *et al.*, 1998; Burke, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005; Biedinger & Fleischmann, 2000; Fischer & Theisen, 2000; Jürgens & Burke, 2000; Seine & Becker, 2000; Parmentier, 2003, Parmentier *et al.*, 2005; Poelchau & Mistry, 2006, dentre outros).

Na América do Sul, foram realizados estudos de fitossociologia, florísticos e fitogeográficos em localidades das Guianas (de Granville & Sastre, 1973; Sastre & de Granville, 1974; Raghoenandan, 2000; Sarthou *et al.*, 2003), da Bolívia (Ibisch *et al.*, 1995; Mostacedo *et al.*, 2001), da Venezuela (Gröger & Barthlott, 1996; Gröger, 2000) e da Colômbia (Arbeláez & Duivenvoorden, 2004; Giraldo-Cañas, 2008).

No Brasil, a vegetação de afloramentos rochosos é bem investigada na região Sudeste (Porembski *et al.*, 1998; Meirelles *et al.*, 1999; Safford & Martinelli, 2000; Ribeiro & Medina, 2002; Oliveira *et al.*, 2004; Martinelli, 2007; Ribeiro *et al.*, 2007, dentre outros).

De maneira oposta, os trabalhos em outras regiões do país são raros, sendo incipientes Nordeste. Em sua maioria, os trabalhos são direcionados a vegetação em formações rochosas no semi-árido, apesar de ainda contemplarem pouco da diversidade desses ambientes para esta região. Para a Floresta Atlântica nordestina, o único trabalho é o de Löhne *et al.* (2004) sobre biologia floral e reprodutiva de espécies *Mandevilla*. França *et al.* (1997, 2005 e 2006), estudaram a vegetação em afloramentos rochosos na Bahia. Na Paraíba, Almeida (2004) conduziu estudo citogenético de espécies rupícolas da família Orchidaceae. No mesmo estado, Pitrez (2006) realizou estudo florístico-estrutural e citogenético em quatro inselbergues. Porto *et al.* (2008) apresentam a composição florística de outro inselbergue, também na Paraíba. Em Pernambuco, os trabalhos de Gomes (2007), Gomes & Alves (*no prelo*) e Gomes *et al.* (*in prep.*) tratam sobre composição florística de afloramentos também no semi-árido.

Existem outros trabalhos, não publicados, sobre a flora rupícola em Ceará e Pernambuco. Em outros casos, o inventário da vegetação é realizado quando os afloramentos rochosos estão inclusos em uma área de interesse geograficamente maior, como em Agra *et al.* (2004) que realizaram o levantamento florístico do Pico do Jabre, Paraíba.

Todos esses estudos no Nordeste, abrangem a flora vascular, sendo ausentes para criptógamos. Recentemente, o estudo da micota liquenizada em afloramentos rochosos de Pernambuco foi iniciado por C. Lima e colaboradores (com. pess.).

Tendo em vista a lacuna de conhecimento sobre o tema, Martinelli (2007) lançou uma lista de áreas prioritárias para o conhecimento da serras e montanhas brasileiras, incluindo muitos dos afloramentos rochosos do Nordeste. Nessa lista estão inclusos os afloramentos rochosos do Vale do Ipojuca, onde foi desenvolvido este estudo.

CONDIÇÕES AMBIENTAIS EM AFLORAMENTOS ROCHOSOS

As condições ambientais dos afloramentos rochosos são em geral muito mais severas que as de outras áreas com macroclima similar, diferindo até das áreas imediatamente circunjacentes (Phillips, 1981; Ab'Sáber, 2003). Essa peculiaridade relaciona-se principalmente à escassez hídrica, à carência de nutrientes, à radiação solar intensa e às elevadas temperaturas (Kluge & Brulfert, 2000).

Um dos fatores mais limitantes nesses ambientes é o substrato. Ele se caracteriza por um solo descontínuo e raso (Burbanck & Platt, 1964; Parmentier, 2003). A descontinuidade refere-se à sua ocorrência quase exclusivamente em depressões que são isoladas de outras por trechos de rocha exposta (Oostin & Anderson, 1939; McVaugh, 1943; Houle & Phillips, 1989). Algumas vezes o solo se forma fora das depressões, em trechos de menor inclinação (Porembski *et al.*, 2000). Porém, independente da localização, muitos autores descrevem camada edáfica de espessura entre 2 e 10cm, chegando raramente a 30-50cm (Burbanck & Platt, 1964; Hamblen, 1964; Burbanck & Phillips, 1983; McVaugh, 1943).

Outra característica marcante dos afloramentos rochosos são as condições microclimáticas. As plantas ficam expostas a variações extremas de temperatura e a baixa umidade relativa do ar (Szarzynski, 2000). Isso se deve por que sendo ambientes abertos, a insolação é alta e as flutuações na temperatura podem ser extremas (Murdy *et al.*, 1970; Phillips, 1981). A temperatura da rocha e a temperatura atmosférica, em afloramentos rochosos, podem alcançar valores entre 45 e 50°C (Gröger & Barthlott, 1996; Sarthou & Villiers, 1998; Szarzynski, 2000).

A perda de água por escoamento superficial e por evaporação acontece rapidamente (Gröger & Barthlott, 1996; Szarzynski, 2000; Burke, 2001; Parmentier, 2003; Poelchau & Mistry, 2006). O escoamento ocorre no sentido afloramento – arredores, devido à baixa capacidade de drenagem da rocha (Dojani *et al.*, 2007). Como a água infiltra pouco, o solo fica muito saturado no período úmido e muito seco no período de estiagem (Ware, 1990). Em algumas depressões mais profundas, a água pode ficar acumulada formando poças (Porembski *et al.*, 1997; Gomes & Alves, *no prelo*). As poças podem durar um longo período de tempo até que a água seja evaporada ou até mesmo serem permanentes (Oosting & Anderson, 1939; Hambler, 1964; Krieger *et al.*, 2003).

Isichei *et al.* (1990) e Dojani *et al.* (2007) observaram que o escoamento superficial é responsável também por carrear parcela significativa dos nutrientes do afloramento para a base. Uma das evidências desse fenômeno encontradas por esses autores são solos mais ricos em nutrientes, acompanhados de cobertura vegetal de maior porte, imediatamente ao redor do afloramento. Assim, na rocha os solos são pobres, o que representa mais uma restrição para a colonização vegetal (Benites *et al.*, 2007).

Deste modo, os afloramentos rochosos são ambientes xéricos, exigindo estratégia de adaptações fisiológica e morfológica por parte da vegetação (Baskin & Baskin, 1988; Sarthou & Villiers, 1998; Porembski *et al.*, 2000; Benites *et al.*, 2007).

Biedinger *et al.* (2000) e Kluge & Brulfert (2000) descrevem as principais estratégias adaptativas encontradas em plantas vasculares em afloramentos rochosos, dentre elas xeromorfismos e rotas fotossintéticas CAM e C₄.

De acordo com Porembski & Barthlott (2000b) a estratégia mais freqüente de ambientes rochosos é a tolerância à dessecação. Essas espécies são tratadas como poiquilohídricas ou plantas da ressurreição (Fahn & Cutler, 1992) e são representadas nos ambientes em questão pelas famílias Selaginellaceae e Cyperaceae (Barthlott *et al.*, 1993; Porembski *et al.*, 1998; 2000; Meirelles *et al.*, 1999). Ainda não há registro desta estratégia em afloramentos da região Nordeste.

Em resposta a carência de nutrientes, espécies carnívoras são encontradas nesses ambientes (Biedinger *et al.*, 2000 e Kluge & Brulfert 2000). Em uma única ilha de vegetação nos tepuis, Michelangeli (2000) encontrou mais de 10 espécies de plantas carnívoras pertencentes a quatro diferentes famílias. Em afloramentos no Nordeste brasileiro há registro de três espécies de carnívoras das famílias Utriculariaceae e Droseraceae (Gomes & Alves, *no prelo*).

A VEGETAÇÃO EM AFLORAMENTOS ROCHOSOS

ILHAS DE VEGETAÇÃO

A vegetação em afloramentos rochosos se distribui em resposta a heterogeneidades químicas e físicas do substrato (Phillips, 1981; Wentworth, 1981; Ibisch *et al.*, 1995). Como esse é em geral raso, as comunidades vegetais são predominantemente herbáceo-arbustivas (de Granville & Sastre 1973; Porembski *et al.*, 1997). Raramente representantes arbóreos conseguem se ancorar, em geral relacionados à ocorrência de solos mais profundos (Burbank & Platt, 1964).

Líquens crustosos e cianobactérias cobrem a maior parte dos trechos com rocha exposta, enquanto que as depressões são o principal local de estabelecimento das plantas vasculares (McVaugh, 1943; Burbank & Platt, 1964; Gomes & Alves, *no prelo*). Segundo Oostin & Anderson (1939) e McVaugh (1943) isso acontece por que esses são os trechos onde a água e o solo são retidos por mais tempo.

Como as depressões com vegetação se mantêm isoladas de outras por trechos de rocha nua, a cobertura vegetal em afloramentos rochosos é descontínua (McVaugh, 1943; Burbank & Platt, 1964; Houle & Phillips, 1989). Por essa particularidade, alguns autores denominaram as comunidades que comportam como, comunidades ilhas ou ilhas de vegetação (Burbank & Platt, 1964; França *et al.*, 1997; Ribeiro & Medina, 2002).

As ilhas de vegetação foram objetos de estudo de muitos trabalhos (Burbank & Platt, 1964; Burbank & Phillips, 1983; Uno & Collins, 1987; Houle & Phillips, 1989; Houle, 1990; Michelangeli, 2000; Ribeiro & Medina, 2002; Oliveira *et al.*, 2004; França *et al.*, 2005).

Muitos autores observaram que a área e a profundidade do solo nas depressões onde as ilhas de vegetação estão localizadas representam gradientes ambientais que afetam a riqueza e composição florística das comunidades vegetais em afloramentos rochosos. Pronunciada variação na flora, produzida por variações na profundidade do solo, foi observada por Burbank & Phillips (1964), Uno & Collins (1987), Michelangeli (2000) e Oliveira *et al.* (2004), nas ilhas de vegetação. Esses autores, além de Ribeiro & Medina (2002) observaram também que a área das ilhas de vegetação tem relação positiva com o número de espécies.

FLORÍSTICA E ESTRUTURA

A vegetação de afloramentos rochosos possui composição florística distinta de acordo com a região geográfica na qual esteja localizada (Seine *et al.*, 2000). Isso acontece por que

mesmo isolados em função das características ambientais, os afloramentos rochosos abrigam também elementos florístico da matriz (Burke *et al.*, 2002).

Algumas famílias que têm ampla distribuição, como Asteraceae e Fabaceae, são comuns em afloramentos rochosos de todo o mundo (Barthlott *et al.*, 1993; Porembski *et al.*, 1997, 1998; Seine *et al.*, 2000; Porembski, 2007). Já nas regiões tropicais, além dessas, Poaceae e Cyperaceae são bem representadas (Barthlott *et al.*, 1993; Ibsch *et al.*, 1995; Barthlott & Porembski, 2000). No Brasil, Velloziaceae, Orchidaceae, Bromeliaceae, Cyperaceae, Eriocaulaceae, Lentibulariaceae e Cactaceae são, assim como as anteriores, as famílias mais ricas (França *et al.*, 1997, 2005, 2006; Porembski *et al.*, 1998; Meirelles *et al.*, 1999; Safford & Martinelli, 2000).

No semi-árido brasileiro, os trabalhos existentes registraram maior número de espécies para Euphorbiaceae, Fabaceae e Bromeliaceae (França *et al.*, 1997, 2005, 2006; Pitrez, 2006; Gomes & Alves, *no prelo*; Gomes *et al.*, *in prep.*).

O gênero *Croton* é o principal representante da família Euphorbiaceae em afloramentos rochosos da região (França *et al.*, 1997, 2005, 2006; Carneiro-Torres *et al.*, 2002; Gomes & Alves, *no prelo*). Fabaceae possui representantes rupícolas pertencentes a diferentes gêneros sem predominância de nenhum grupo (França *et al.* 1997; Pitrez, 2006; Gomes & Alves, *no prelo*). No caso de Bromeliaceae, espécies do gênero *Tillandsia* e a espécie *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. f. são comumente encontradas em superfícies rochosas no NE (França *et al.* 1997, 2005, 2006; Porto *et al.*, 2008; Gomes & Alves, *no prelo*).

No único trabalho publicado sobre estrutura da vegetação em afloramento rochoso do NE, as Bromeliaceae apresentaram o maior valor de cobertura, seguida de Cactaceae, Melastomataceae e Orchidaceae (França *et al.*, 2005). Na região Sudeste, os representantes de Bromeliaceae também são elementos importantes na estrutura (p.ex. Meirelles *et al.*, 1999). Porém tanto para esta região, quanto para a África, a família Cyperaceae, representada pelos gêneros *Trilepis* e *Afrotrilepis*, respectivamente, é uma família estruturalmente expressiva na vegetação.

Quanto ao padrão de distribuição, existem muitos táxons restritos a ambientes de rocha (de Granville & Sastre, 1973; Ware, 1990). Há registros de espécies endêmicas tanto de fanerógamos quanto de criptógamos (Oosting & Anderson, 1939; Baskin & Baskin, 1988; Hilton & Boyd, 1996; Schultz *et al.*, 2001; Yates *et al.*, 2003; Senna, 2004; Martinelli & Forzza, 2006). *Pitcarnia* é um gênero de Bromeliaceae, que na costa Leste do Brasil, tem espécies que ocorrem especialmente em campos de altitude e inselbergues nos domínios da

floresta atlântica (Martinelli & Forzza, 2006). Também ocorrem espécies de líquens e de Pteridophyta restritas a substratos rupícolas como descritos por Schultz *et al.* (2001) e Senna (2004), respectivamente.

Na região Nordeste, existe o registro de três espécies com ocorrência restrita a afloramentos rochosos: *Mandevilla dardanoi* M.F. Sales, Kin.-Gouv. & A.O. Simões, *Pithecoseris pacourinoides* Mart. ex DC. e *Ameroglossum pernambucensis* Fischer, Vogel & Lopes.

O nível de compartilhamento de espécies entre afloramentos rochosos e arredores depende diretamente das semelhanças ambientais entre esses dois ambientes. Na região Nordeste isso ainda se mostra obscuro. Os dados de Gomes & Alves (no prelo) demonstraram que os afloramentos rochosos desta região formam um grupo florístico à parte da caatinga. Porém, em outro trabalho, Gomes *et al.* (*in prep.*) observaram que muitas das espécies dos grupos dominantes em um afloramento do extremo oeste do Planalto da Boborema, são elementos típicos na vegetação da caatinga. Com base no exposto, recomenda-se inventários de outras localidades para dados mais conclusivos.

REFERÊNCIAS

- AB' SÁBER, A. N. *Os domínios da Natureza no Brasil: Potencialidades Paisagísticas*. 3. ed. São Paulo: Ateliê Editorial. 2003.159p.
- AGRA, M. F. *et al.* Levantamento Florístico Preliminar do Pico do Jabre, Paraíba, Brasil. In: PORTO, K. *et al.* (eds.). *Brejo de altitude em Pernambuco e Paraíba. História Natural, Ecologia e Conservação*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004. p. 123-138
- ALMEIDA, A. *Estudo florístico e estrutural da família Orchidaceae em três inselbergues da Paraíba, Brasil*. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areias, 2004.
- ARBELÁEZ, M. V. & DUIVENVOORDEN, J. F. Patterns of plant species composition on Amazonian sandstone outcrops in Colombia. *J. veg. sci.*, Knivsta, v.15, n.2, p.181-188, apr. 2004.

BARROS, F. & SCARANO, F. *Revista Brasileira de Botânica. Fascículo temático: afloramentos rochosos*. 30 vol. São Paulo: Sociedade Botânica de São Paulo. 2007.158p.

BARTHLOTT, W. *et al.* Some remarks on the vegetation of tropical inselbergs: diversity and ecological differentiation. *Sum. publ. period. port.*, The Hague, v.69, p.105-124, avr. 1993.

BARTHLOTT, W. & POREMBSKI, S. Vascular Plants on Inselbergs: Systematic Overview. In: POREMBSKI, S. & BARTHLOTT, W. (eds.). *Inselbergs: biotic diversity of isolated rock outcrops in tropical and temperate regions*. Berlin: Ecological Studies 146, 2000. p. 103-116.

BASKIN, J.M. & BASKIN, C.C. Endemism in Rock Outcrop Plant Communities of Unglaciated Eastern United States: An Evaluation of the Roles of the Edaphic, Genetic and Light Factors. *J Biogeogr*, Oxford, v.15, n. 5/6., p. 829-840, sep. - nov. 1988.

BIEDINGER, N. & FLEISCHMANN, K. Seychelles. In: POREMBSKI, S. & BARTHLOTT, W. (eds.). *Inselbergs: biotic diversity of isolated rock outcrops in tropical and temperate regions*. Berlin: Ecological Studies 146, 2000. p. 277-288.

BIEDINGER, N. *et al.*, Vascular Plants on Inselbergs: Vegetative and Reproductive Strategies. In: POREMBSKI, S. & BARTHLOTT, W. (eds.). *Inselbergs: biotic diversity of isolated rock outcrops in tropical and temperate regions*. Berlin: Ecological Studies 146, 2000. p.117-142.

BENITES, V.M. *et al.* Soils associated with rock outcrops in the Brazilian mountain ranges Mantiqueira and Espinhaço. *Revista Brasil. Bot.*, São Paulo, v.30, n.4, p.569-577, out. - dez. 2007.

BURBANCK, M.P. & PLATT, R.B. Granite Outcrop Communities of the Piedmont Plateau in Georgia. *Ecology*, Tempe, v. 45, n. 2., p. 292-306, apr. 1964.

BURBANCK, M.P. & PHILLIPS, D.L. Evidence of Plant Succession on Granite Outcrops of the Georgia Piedmont. *Am Midl Nat*, Notre Dame, v.109, n.1., p. 94-104, jan. 1983.

BURKE, A. Properties of soil pockets on arid Nama Karoo inselbergs—the effect of geology and derived landforms. *J. arid environ.*, London, v.50, p. 219-234, oct. 2001.

BURKE, A. Island–matrix relationships in Nama Karoo inselberg landscapes. Part I: Do inselbergs provide a refuge for matrix species? *Plant ecol.*, Dordrecht, v.160, n.1, p.79-90, jan. 2002.

BURKE, A. The role of Namibian inselbergs in contributing to local and regional plant species richness. *Sum. publ. period. port.*, London, v.12, n.3, p.469-486, mar. 2003.

BURKE, A. From plains to inselbergs: species in special habitats as indicators for climate change? *J Biogeogr.*, Oxford, v.31, n.5, p.831-841, may. 2004.

BURKE, A. Vegetation types of mountain tops in Damaraland, Namíbia. *Sum. publ. period. port.*, London, v.14, n.6, p.1487-1506, jun. 2005.

BURKE, A. *et al.* Floristic affinities of an archipelago in southern Namib desert – relic of the past, centre of endemism or nothing special? *J Biogeogr.*, Oxford, v.25, p.311-317, mar. 1998.

CARNEIRO-TORRES, D.S. *et al.* A família Euphorbiaceae na flora de inselbergs da região de Milagres, Bahia, Brasil. *Bol. bot. Univ. Sao Paulo*, São Paulo, v.20, n.1, p.31-47, jan. - mar. 2002.

de GRANVILLE, J. J. & SASTRE, C. Aperçu sur la végétation des inselbergs du sud-ouest de la Guyane Française. *C. R. Somm. Seances Soc. Biogeogr.*, Paris, v.439, p.54-59, juin. 1973.

DOJANI, S. *et al.* Nitrogen input by cyanobacterial biofilms of an inselberg into a tropical rainforest in French Guiana. *Flora*, London, v. 202, p. 521–529, 2007.

FAHN, A. & CUTLER, D. F. *Xerophytes*. Berlin: Gebrüder Borntraeger. 1992. 178p.

- FISCHER, E. & THEISEN, I. Vegetation of Malagasy Inselbergs. In: POREMBSKI, S. & BARTHLOTT, W. (eds.). *Inselbergs: biotic diversity of isolated rock outcrops in tropical and temperate regions*. Berlin: Ecological Studies 146, 2000. p. 259-274.
- FRANÇA, F. *et al.* Flora de inselbergs da Região dos milagres, Bahia, Brasil: I. Caracterização da vegetação e lista de espécies de dois inselbergs. *Sitientibus. Ser. cienc. biol.*, Feira de Santana, v.17, p.163-184, jul. - dez.1997.
- FRANÇA, F. *et al.* Estudo ecológico e florístico em ilhas de vegetação de um inselberg no semi-árido da Bahia, Brasil. *Hoehnea*, São Paulo, v.32, n.1, p.93-101, abr. 2005.
- FRANÇA, F. *et al.* Aspectos da diversidade da vegetação no topo de um inselbergue no semi-árido da Bahia, Brasil. *Sitientibus. Ser. cienc. biol.*, Feira de Santana, v.6, n.1, p.30-35, mar. 2006.
- GIRALDO-CAÑAS, D. Flora Vascular de los Afloramientos Precámbricos (Lajas-Inselbergs) da la Amazonia Colombiana y Áreas Adyacentes del Vichada: I. Composición y Diversidad. In: RANGEL, J.O. (ed.). *Colombia diversidad biotica VII. Vegetación, Palonología e Paleoecología*. Bogotá: Instituto de Ciencias Naturales, 2008. p. 89-118.
- GOMES, P. *Aspectos florísticos e vegetacionais de um inselbergue no semi-árido de Pernambuco, Brasil*. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007.
- GOMES, P. & ALVES, M. Floristic and vegetational aspects of an inselberg in the semi-arid region of Northeast Brazil. *Edinb. J. Bot.*, Edinburgh, *no prelo*.
- GOMES, P. *et al.* Inventário das espécies de Angiospermas do Parque Municipal Pedra Furada, Venturosa, semi-árido - Nordeste do Brasil. *In prep.*
- GRÖGER, A. & BARTHLOTT, W. Biogeography and diversity of the inselberg (Laja) vegetation of southern Venezuela. *Biodivers. lett.*, Oxford, v.3, n.1, p.65-179, jan. 1996.

- GRÖGER, A. Flora and Vegetation of Inselbergs of Venezuela Guayana. In: POREMBSKI, S. & BARTHLOTT, W. (eds.). *Inselbergs: biotic diversity of isolated rock outcrops in tropical and temperate regions*. Berlin: Ecological Studies 146, 2000. p. 291-312.
- HAMBLER, D.J. The Vegetation of Granitic Outcrops in Western Nigeria. *J. Ecol.*, Oxford, v. 2, n.3., p.573-594, nov. 1964.
- HILTON, J.L. & BOYD, R.S. Microhabitat Requirements and Seed/Microsite Limitation of the Rare Granite Outcrop Endemic *Amphianthus pusillus* (Scrophulariaceae). *B. Torrey. Bot. Club.*, Lawrence, v.123, n.3., p.189-196, jul. - sep. 1996.
- HOULE, G. Species-area relationship during primary succession in granite outcrop plant communities. *Amer. J. Bot.*, Columbus, v.77, p.1433-1439, nov. 1990.
- HOULE, G. & D. L. PHILLIPS. Seed Availability and Biotic Interactions in Granite Outcrop Plant Communities. *Ecology*, Tempe, v. 70, n. 5. p. 1307-1316, oct., 1989.
- IBISCH, P. L. *et al.*, Floristic, biogeographical, and vegetational aspects of Pré-Cambrian rock outcrops (inselbergs) in eastern Bolivia. *Flora*, London, v.190, p.299-314, feb. 1995.
- JÜRGENS, N. & BURKE, A. The arid Scenario in the Namib Desert Are Rich Oases in Porr Matrix (Namib and South Africa). In: POREMBSKI, S. & BARTHLOTT, W. (eds.). *Inselbergs: biotic diversity of isolated rock outcrops in tropical and temperate regions*. Berlin: Ecological Studies 146, 2000. p. 237-257.
- KLUGE, M. & BRULFERT, J. Ecophysiology of Vascular Plants on Inselbergs. In: POREMBSKI, S. & BARTHLOTT, W. (eds.). *Inselbergs: biotic diversity of isolated rock outcrops in tropical and temperate regions*. Berlin: Ecological Studies 146, 2000. p. 143-174.
- KRIEGER, A. *et al.* Temporal dynamics of an ephemeral plant community: species turnover in seasonal rock pools on Ivorian inselbergs. *Plant. Ecol.*, Dordrecht, v.167, n. 2, p.283-292, aug. 2003.

LÖHNE, C. *et al.* Pollination biology of *Mandevilla* species (Apocynaceae), characteristics of NE-Brazilian inselberg vegetation. *Bot. Jahrb. Syst.*, Stuttgart, v.125, n.2, p.229 – 243, feb. 2004

MARTINELLI, G. Mountain biodiversity in Brazil. *Revista Brasil. Bot.*, São Paulo, v.30, n.4, p. 587-597, out.-dez. 2007.

MARTINELLI, G. & FORZZA, R.C. *Pitcairnia* L'Hér. (Bromeliaceae): uma nova espécie, *P. azouryi* Martinelli & Forzza, e observações sobre *P. encholirioides* L. B. Sm. *Revista Brasil. Bot.*, São Paulo, v.29, n.4, p.603-607, out.-dez. 2006

McVAUGH, R. The Vegetation of the Granitic Flat-Rocks of the Southeastern United States. *Ecol. Monogr.*, Lawrence, v.13, n.2., p.119-166, apr. 1943.

MEIRELLES, S. T.; Pivello, V. R. & Joly, C. A. The vegetation of granite rock outcrops in Rio de Janeiro, Brazil, and the need for its protection. *Environ. conserv.*, Lausanne, v.26, n.1, p.10–20, mar. 1999.

MICHELANGELI, F.A. Species composition and species-area relationships in vegetation isolates on the summit of a sandstone mountain in southern Venezuela. *J. Trop. Ecol.*, Cambridge, v.16, n.1, p. 9-82, jan. 2000.

MORAIS, M.V.R. de. O estudo dos inselbergues. *Rev. geogr. ens.*, Belo Horizonte, v.1. n.4, p.69 – 81, nov. 1983.

MOSTACEDO, B. *et al.* La vegetación de las Lajas em la región de Lomério, Santa Cruz, Bolivia. *Acta amazon.*, Manaus, v.31, n.1, p.11-25, jan.-mar. 2001.

MURDY, W.H. *et al.* Competitive Replacement of *Talinum mengesii* by *T. teretifolium* in Granite Outcrop Communities of Georgia. *Bot. Gaz.*, Chicago, v.131, n.3., p.186-192, sep. 1970.

OLIVEIRA, T.D. *et al.* Estabelecimento de espécies vegetais em um *Inselberg* granítico de mata atlântica. *Estud. Biol.*, Curitiba, v.26, n.57, p.17-24, out. - dez. 2004.

OOSTING, H.J. & ANDERSON, L.E. Plant Succession on Granite Rock in Eastern North Carolina. *Bot. Gaz.*, Chicago, v.100, n.4, p.750-768, jun. 1939.

PARMENTIER, I. Study of vegetation composition in three inselbergs from continental Equatorial Guinea (Western Central África): effects of site, soil factors and position relative to Forest fringe. *Belg. j. bot.*, Brussels, v.136, n.1, p.63-72, sep. 2003.

PARMENTIER, I. *et al.* The inselberg flora of Atlantic Central Africa. I. Determinants of species assemblages. *J. biogeogr.*, Oxford, v.32, n.4, p.685-696, apr. 2005.

PHILLIPS, D. L. 1981. Sucession in Granite Outcrop Shrub-tree Communities. *Am. Midl. Nat.*, Notre Dame, v.106, n.2., p.313-317, oct., 1981.

PITREZ, S. R. *Florística, fitossociologia e citogenética de angiospermas ocorrentes em inselbergues*. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areias, 2006.

POELCHAU, M. F. & MISTRY, S. Forb diversity and community similarity of kopjes in the Serengeti National Park, Tanzania. *Afr. j. ecol.*, Oxford, v.44, n.1, p.38-46, mar. 2006.

POREMBSKI, S. Tropical inselbergs: habitat types, adaptative strategies and diversity patterns. *Revista Brasil Bot.*, São Paulo, v.30, n.4, p. 579-586, out.-dez. 2007.

POREMBSKI, S. & BARTHLOTT, W. Seasonal Dynamics of Plant Diversity on Inselbergs in the Ivory Coast (West Africa). *Sum. publ. period. port.*, Stuttgart, v.110, p.466-472, 1997.

POREMBSKI, S. & BARTHLOTT, W. *Inselbergs: biotic diversity of isolated rock outcrops in tropical and temperate regions*. Berlin: Ecological Studies 146, 2000a. 524p.

POREMBSKI, S. & BARTHLOTT, W. Granitic and gneissic outcrops (inselbergs) as centers of diversity for desiccation-tolerant vascular plants. *Plant ecol.*, Dordrecht, v.151, p.19-28, 2000b.

POREMBSKI, S. *et al.* An inverted latitudinal gradient of plant diversity in shallow depressions on Ivorian inselbergs. *Sum. publ. period. port.*, The Hague, v.117, p.151-163, mar. 1995.

POREMBSKI, S. *et al.* Biodiversity and vegetation of small-sized inselbergs in a West African rain Forest (Taï, Ivory Coast). *J. biogeogr.*, Oxford, v.23, n.1, p.47-55, jan. 1996.

POREMBSKI, S. *et al.* Inselberg vegetation and biodiversity of granite outcrops. *J. Roy. Soc. W. Australia*, Welshpool, v.80, p.193-199, sep. 1997.

POREMBSKI, S. *et al.* Diversity and ecology of saxicolous vegetation mats on inselbergs in the Brazilian Atlantic rainforest. *Divers. distrib.*, Oxford, v.4, n.1, p.107-119, may 1998.

POREMBSKI, S. *et al.* Islands on Islands: Habitats on Inselbergs. In: POREMBSKI, S. & BARTHLOTT, W. (eds.). *Inselbergs: biotic diversity of isolated rock outcrops in tropical and temperate regions*. Berlin: Ecological Studies 146, 2000. p. 49-66.

PORTO, P. A. F. *et al.* Composição florística de um inselbergue no agreste paraibano, município de Esperança, Nordeste do Brasil. *Caatinga*, Mossoró, v.21, n.2, p.214-222, abr.-jun. 2008.

RAGHOENANDAN, U. P. D. The Guianas (Guyana, Suriname, French Guiana). In: POREMBSKI, S. & BARTHLOTT, W. (eds.). *Inselbergs: biotic diversity of isolated rock outcrops in tropical and temperate regions*. Berlin: Ecological Studies 146, 2000. p. 315-336.

RIBEIRO, K. T. E B. M. O. MEDINA. Estrutura, dinâmica e biogeografia das ilhas de vegetação sobre rocha do Planalto do Itatiaia, RJ. *Boletim do Parque Nacional do Itatiaia*, Itatiaia, v. 10, p. 11-82, dez. 2002.

RIBEIRO, K. T. *et al.* 2007. Species composition and biogeographic relations of the rock outcrop flora on the high plateau of Itatiaia, SE-Brazil. *Revista Brasil. Bot.*, São Paulo, v.30, n.4, p. 623-639, out.-dez. 2007.

SAFFORD, H. D. & MARTINELLI, G. Southeast Brazil. In: POREMBSKI, S. & BARTHLOTT, W. (eds.). *Inselbergs: biotic diversity of isolated rock outcrops in tropical and temperate regions*. Berlin: Ecological Studies 146, 2000. p. 340-389.

SARTHOU *et al.* Shrub vegetation on tropical granitic inselbergs in French Guiana. *J. veg. sci.*, Knivsta, v.14, p.645-652, 2003.

SARTHOU, C. & VILLIERS, J.-F. Epilithic plant communities on inselbergs in French Guiana. *J. veg. sci.*, Knivsta, v. 9, p.847-860, 1998.

SASTRE, C. & de GRANVILLE, J.J. Observations sur les inselbergs du Bassin Supérieur du Maroni. *C. R. Somm. Seances Soc. Biogeogr.*, Paris, v. 444, p.7-15, fév. 1974.

SCHULTZ, M. *et al.* *Thyrea porphyrella*, a new species of the Lichinaceae from inselbergs in tropical South America. *Lichenologist*, London, v. 33, n. 3, p. 211–214, may 2001.

SEINE, R. & BECKER, U. East and Southeast Africa. In: POREMBSKI, S. & BARTHLOTT, W. (eds.). *Inselbergs: biotic diversity of isolated rock outcrops in tropical and temperate regions*. Berlin: Ecological Studies 146, 2000. p. 213-234.

SEINE, R. *et al.* Phytogeography. In: POREMBSKI, S. & BARTHLOTT, W. (eds.). *Inselbergs: biotic diversity of isolated rock outcrops in tropical and temperate regions*. Berlin: Ecological Studies 146, 2000. p. 435-448.

SENNA, R.M. *Adiantopsis cheilanthoides* (Pteridaceae – Pteridophyta) uma nova espécie do Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia, Sér. Bot.*, Porto Alegre, v.59, n.1, p.107-110, jan.-jun. 2004.

SZARZYNSKI, J. Xeric Islands: Environmental Conditions on Inselbergs. In: POREMBSKI, S. & BARTHLOTT, W. (eds.). *Inselbergs: biotic diversity of isolated rock outcrops in tropical and temperate regions*. Berlin: Ecological Studies 146, 2000. p. 37-47.

UNO, G. E. & COLLINS, S.L. Primary Succession on Granite Outcrops in Southwestern Oklahoma. *B. Torrey Bot. Club*, Lawrence, v.114, n.4., p.387-392, oct.- dec. 1987.

WARE, S. Adaptation to Substrate -- and Lack of it -- in Rock Outcrop Plants: Sedum and Arenaria. *Am. J. Bot.*, Columbus, v.77, n.8., p.1095-1100, aug. 1990.

WENTWORTH, T.R. Vegetation on Limestone and Granite in the Mule Mountains, Arizona. *Ecology*, Tempe, v.62, n.2, p.469-482, apr. 1981.

WYATT, R. & ALLISON, J. R. Flora and Vegetation of Granite Outcrops in the Southeastern United States. In: POREMBSKI, S. & BARTHLOTT, W. (eds.). *Inselbergs: biotic diversity of isolated rock outcrops in tropical and temperate regions*. Berlin: Ecological Studies 146, 2000. p. 409-433.

YATES, C.J. *et al.* Impact of two wildfires on endemic granite outcrop vegetation in Western Australia. *J. Veg. Sci.*, Ludvika, v.14, n.2, p.185-194, apr. 2003.

Capítulo 1

Diversidade de plantas vasculares em dois afloramentos
rochosos cristalinos no limite do semi-árido, Nordeste do
Brasil

Diversidade de plantas vasculares em dois afloramentos rochosos cristalinos no limite do semi-árido, Nordeste do Brasil¹

Polyhanna Gomes^{2, 3} & Marccus Alves^{2, 4}

1. Parte da dissertação de mestrado da primeira autora.

2. Laboratório de Morfo-Taxonomia Vegetal, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Av. Prof. Moraes Rego, 1235 – Cidade Universitária, Recife, PE, CEP 50670-901.

3. polyhannagomes@hotmail.com

4. sedges@terra.com.br

Resumo: Este trabalho tem por objetivo o levantamento das espécies de plantas vasculares em dois afloramentos rochosos localizados no semi-árido do estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil. Foram realizadas 18 excursões mensais, de abril de 2007 a setembro de 2008. Espécimes férteis de plantas vasculares de todos os estratos vegetacionais foram coletados aleatoriamente. Para análise da abundância e diversidade da comunidade foram plotadas 30 parcelas de 1x1m. Foram encontradas 201 espécies de plantas vasculares, pertencentes a 65 famílias e 163 gêneros. As famílias com maior número de espécies foram Fabaceae (18 spp.; 9%), Asteraceae (17 spp.; 8,5%), Orchidaceae (13 spp.; 6,5%), Euphorbiaceae (13 spp.; 6,5%), Bromeliaceae (10; 5%) e Poaceae (8; 4%). Ao todo, foram contabilizados nas parcelas 1795 indivíduos herbáceos e arbustivos pertencentes a 63 diferentes táxons. Os valores do índice de diversidade de Shannon-Wiener (H) foram de H: 2,572 e H: 2,547 nats/indivíduo. As espécies que apresentaram maiores valores de abundância absoluta (número de indivíduos) apresentaram frequência baixa nas parcelas e vice-versa. A flora estudada compartilha conjunto florístico semelhante a outros afloramentos rochosos do Nordeste do Brasil, inclusive em termos de grupos dominantes na estrutura da vegetação.

Palavras-chaves: inselbergue, flora-caatinga, florística.

Introdução

A região semi-árida brasileira apresenta clima caracterizado por regime de precipitação irregular, com vegetação do tipo savana estépica, conhecida como caatinga (Projeto Radambrasil, 1983; MI, 2005). Porém, a existência local de fatores de exceção, de ordem litológica, hidrológica, topográfica e paleobotânica favorece o estabelecimento de tipos vegetacionais diferenciados como “cerrados”, florestas úmidas e afloramentos rochosos (Ab’Sáber, 1990, 2003).

A vegetação que os afloramentos rochosos abrigam foi abordada em algumas publicações em áreas do Nordeste do Brasil, mas precisam ser incrementadas (Martinelli, 2007; Scarano, 2007). Para os afloramentos rochosos do semi-árido existem lacunas de estudos sobre ecofisiologia, conservação e evolução da paisagem; e pouco se sabe em relação à estrutura e função (p.ex., França et al. 2005, 2006), à composição florística (França et al., 1997, 2005; Gomes e Alves, no prelo), à morfologia e anatomia (Martins e Alves, 2008), à ecologia (Löhne et al. 2004) e relação entre sua vegetação e as áreas circunjacentes (Gomes e Alves, no prelo).

Desse modo, este artigo tem por objetivo o estudo florístico e estrutural da flora vascular de dois afloramentos rochosos localizados no limite do semi-árido do estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil. Nessas localidades o único trabalho conduzido até momento foi o de Martins e Alves (2008) sobre anatomia de três espécies de *Mandevilla* (Apocynaceae). Ambas as áreas estão inclusas no Vale do rio Ipojuca eleito por Martinelli (2007) como extremamente importante para o conhecimento florístico de afloramentos rochosos.

Matérias e métodos

Área de estudo

Este estudo foi conduzido em dois afloramentos rochosos situados no Planalto da Borborema. Esse planalto é uma das principais feições do relevo, da extremidade oriental do sistema orográfico brasileiro (Moraes 1977). É formado por um conjunto de maciços cristalinos, que culminam entre 600 e 1000m de altitude (Moraes-Neto e Alkmim 2001; Jatobá 2003). Seus domínios geopolíticos são áreas dos estados do Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Alagoas (Figura 1).

Os afloramentos rochosos estudados são os topos de montanhas localizadas na Serra do Gado Bravo. Distam cerca de 2km um do outro e aproximadamente 150km da costa Atlântica, no estado de Pernambuco (Figura 1). Ambos são formados predominantemente por granito, com alguns trechos de gnaiss. A Pedra do Guariba (08°22'S - 35°50' W; Figura 2a) está localizada na divisa dos municípios Caruaru e Agrestina, com altitude de 620m e área de aproximadamente 4ha. A Pedra Cabeça de Velho (08°23'S - 36°00'W; Figura 2b) situa-se no município de Agrestina, possui altitude de 740m e área aproximada de 3,5ha. No período chuvoso, nesta localidade, a neblina é mais comum do que na primeira. Apesar de menos antropizado do que os arredores, este afloramento foi atingindo no mínimo duas vezes por incêndios acidentais, em intervalo de três anos. Não há registro de queimadas na Pedra do Guariba, mas este sofre mais pressão de visita, do que o primeiro.

O clima da região se caracteriza por inverno seco, com acentuada irregularidade na distribuição das chuvas, no entanto, com condições climáticas mais amenas do que nas depressões interplanálticas (Projeto Radambrasil, 1983). Na área de estudo, a estação seca se estende por 6 a 8 meses, com precipitação entre 12-52mm, enquanto a estação chuvosa dura de 4 a 5 meses, com precipitação entre 81-98mm, sendo a média 662mm ao ano. A temperatura média anual é 22,5°C, com amplitude de 20 a 24°C (ITEP, 2008).

De acordo com Vasconcelos-Sobrinho (1949) ambas as localidades estão situadas em área de “Brejos”. Os “Brejos” são refúgios de floresta úmida em topos de montanhas isoladas na região do semi-árido (Andrade-Lima, 1960), que, no local, apresenta cobertura original fortemente descaracterizada por atividades de pecuária e agricultura.

A fisionomia da vegetação de ambas as áreas é arbustivo-herbácea e distribuída de forma agrupada, em ilhas de vegetação, separadas por rocha colonizada por líquens e cianobactérias.

Coleta de dados

Foram realizadas 18 excursões mensais, de abril de 2007 a setembro de 2008, totalizando aproximadamente 210h de esforço amostral. Espécimes férteis de plantas vasculares de todos os estratos vegetacionais foram coletados aleatoriamente. Somente as espécies estritamente rupícolas ou epífitas de rupícolas foram coletadas, excluindo aquelas situadas em solo no limite entre a rocha e os arredores. O material foi processado de acordo com a metodologia usual em estudos botânicos (Mori et al., 1985) e depositado nos herbários UFP, com duplicatas no RB e NY.

Para análise da abundância e diversidade das espécies foram numeradas todas as ilhas de vegetação acessíveis na face à barlavento, nos dois afloramentos. No total foram marcadas 173 ilhas (109 na Pedra do Guariba e 69 na Pedra Cabeça de Velho). Posteriormente, foram sorteadas 30 ilhas de vegetação, 15 por afloramento, onde foram plotadas parcelas de 1x1m. Para as ilhas de vegetação superiores a 1 m de comprimento e/ou de largura, foi sorteado em qual metro, da esquerda para a direita, a parcela seria plotada. Em cada parcela foi contabilizado o número de espécies e o número de indivíduos por espécie (abundância). Foi mensurado como indivíduo todo eixo aéreo que, ao nível do solo, não apresentava conexão com outro, ou seja, módulos conectados por rizomas ou estolões foram considerados como um único indivíduo. Para essa análise, os dados foram coletados em julho de 2007. Esse é um dos meses com maiores taxas de precipitação nas localidades de estudo.

Análise dos dados

As identificações das espécies foram realizadas através de consultas aos acervos dos herbários UFP, PEUFR, IPA, HUEFS, SP e SPF, à bibliografia especializada e a especialistas. A lista florística resultante está de acordo com a proposta de posicionamento filogenético do APG II (2003) e as pteridófitas segundo Tryon & Tryon (1982). As análises de similaridade e diversidade foram realizadas com auxílio das ferramentas do software PAST versão 1.77 (Hammer et al., 2001).

Resultados

Florística

Na amostragem aleatória, considerando todo o afloramento, em ambas as localidades, foram encontradas 201 espécies de plantas vasculares, sendo 197 angiospermas e 4 pteridófitas, pertencentes a 65 famílias e 161 gêneros. As famílias com maior número de espécies foram Fabaceae (18 espécies; 9%), Asteraceae (17 spp.; 8,5%), Orchidaceae (13 spp.; 6,5%), Euphorbiaceae (12 spp.; 6%), Bromeliaceae (10 spp.; 5%) e Poaceae (8 spp.; 4%), respondendo juntas por cerca de 40%.

Em nível genérico, os táxons mais ricos em espécies foram: *Ipomoea*, com quatro espécies, seguido de *Erythroxylum*, *Mandevilla*, *Tillandsia*, *Croton*, *Senna* e *Hyptis*, com três espécies cada.

A riqueza da Pedra do Guariba (148 espécies) foi superior a da Pedra Cabeça de Velho (121 spp.), com 134 espécies exclusivas a uma das duas áreas e 67 espécies compartilhadas. A Pedra do Guariba apresentou 80 espécies e 16 famílias exclusivas, e a Pedra Cabeça de Velho, por sua vez, 54 espécies e 11 famílias exclusivas (tabela 1). O índice de similaridade de Jaccard entre as localidades foi de 0,347.

Dentre as espécies encontradas três apresentam distribuição restrita a afloramentos rochosos da região Nordeste do Brasil: *Ameroglossum pernambucensis* Fischer, Vogel & Lopes (Scrophulariaceae), *Mandevilla dardanoi* M.F. Sales, Kin.-Gouv. & A.O. Simões (Apocynaceae), com base em dados de herbário, e *Pitechoseris pacourinoides* Mart. ex DC. (Asteraceae; Barroso et al. 1991). *Mandevilla dardanoi* foi encontrada em ambas as localidades e as outras duas espécies encontradas apenas na Pedra do Guariba.

Dez das espécies da flora estudada são consideradas endêmicas da Caatinga: *Cordia globosa* (Jacq.) Kunth, *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. f., *Hohenbergia catingae* Ule, *Cereus jamacaru* DC., *Pilosocereus pachycladus* F. Ritter, *Hyptis* cf. *calida* Mart. ex Benth., *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke, *Senna martiana* (Benth.) H.S. Irwin & Barneby, *Senna rizzini* H.S. Irwin & Barneby, *Senna aversiflora* (Herb.) H.S. Irwin & Barneby (Giullietti et al. 2002).

Agave sisalana Perrine ex Engelm. (Henderson 2004), *Melinis minutiflora* P. Beauv. (Arce e Sano 2001), *Commelina* cf. *benghalensis* L. (Barreto 2005) e *Crotalaria lanceolata* E. Mey. (Flores 2004), presentes nas áreas de estudo, são espécies introduzidas.

Abundância e diversidade

Ao todo, foram contabilizados 1795 indivíduos arbustivos e herbáceos, pertencentes a 63 diferentes espécies, nos 30m² amostrais. Desses indivíduos, 712 e 1083 foram coletados na Pedra do Guariba e na Pedra Cabeça de Velho, respectivamente. As densidades correspondentes foram 47 indivíduos/m² na primeira área e 72 indivíduos/m² na segunda área.

Os valores do índice de diversidade de Shannon-Wiener (H) foram de H: 2,572 e H: 2,547 nats/indivíduo, para a Pedra do Guariba e para a Pedra Cabeça de Velho, respectivamente.

As espécies que apresentaram maiores valores de abundância absoluta (número de indivíduos) apresentaram frequência baixa nas parcelas e vice-versa. A exceção foi *Paepalanthus myocephalus* (Mart.) Korn. que foi a única dentre as mais freqüentes e mais abundantes (Figuras 3 e 4).

Aquelas com maiores valores de abundância absoluta nas áreas de estudo, são espécies terófitas e somente foram encontradas em um ou no máximo quatro parcelas. Foram elas: *Gnaphalium indicum* L. (155 indivíduos), *Cyperus* sp. (136) e *Paepalanthus* sp. (127), seguidas de *Portulaca elatior* Mart. ex Rorhb. (107), *Anagallis minima* (L.) E.H.L. Krause (26) e *Paepalanthus myocephalus* (Mart.) Korn. (22), na Pedra do Guariba (figura 3a); na Pedra Cabeça de Velho os maiores valores de abundância foram para adultos de *Paepalanthus myocephalus* (Mart.) Korn. (240 indivíduos), *Paepalanthus* sp. (171), *Utricularia negrescens* (133), *Selaginella potaroensis* (97) e *Paepalanthus lamarckii* Kunth (81) (figura 3b). Para alguns táxons coletados nas parcelas não foi possível identificar a espécie e, para outros, até mesmo a família, por estarem em estágio juvenil.

Foram encontradas fora das parcelas outras terófitas, como por exemplo, *Drosera montana* (Droseraceae). As populações com esta estratégia de reprodução se estabelecem nas áreas de estudo em torno das ilhas de vegetação com vegetação perene ou diretamente sobre a rocha, formando ilhas com espécies exclusivamente efêmeras. Além desta, outras 138 espécies do total de 201 não foram encontradas nem ao menos uma vez nas parcelas (tabela 1).

As frequências das espécies nas parcelas em ambas as áreas são apresentadas na Figura 4. Na Pedra do Guariba as mais freqüentes foram *Cyrtopodium polyphyllum* (encontrada em 37,5% das parcelas), *Orthophytum disjunctum* (31,5%), *Bulbostylis scabra* (31,5%), *Portea leptantha* (18,75%) e *Euphorbia comosa* (18,75%) (Figura 4a); enquanto na Pedra Cabeça de Velho foram *Portea leptantha* (62,5% das parcelas), *Paliavana tenuiflora* (50%), *Pterolepis polygonoides* (31,25%), *Paepalanthus myocephalus* (31,25%) e *Euphorbia insulana* (25%) (Figura 4b).

Discussão

O padrão de predominância das famílias mencionadas acima é comum em afloramentos rochosos em geral (Porembski et al., 1997) e nos trabalhos conduzidos até o momento no semi-árido brasileiro (França et al., 1997; Pitrez, 2006; Gomes e Alves, no prelo).

A elevada riqueza de Fabaceae na área de estudo e nas listas florísticas de França et al. (1997), Pitrez (2006) e Gomes et al. (*in prep*) sugerem o grupo como importante componente da vegetação de afloramentos rochosos no semi-árido. É possível que exista expressiva relação entre a flora da caatinga, onde essa família é extremamente diversa (Queiroz, 2002), e a flora estudada. Essa semelhança entre a flora da matriz e a do afloramento rochoso foi hipotetizado por Burke (2002) para afloramentos em ambientes áridos dos paleotrópicos. Contudo, ainda não foi objetivamente investigado.

As espécies de Asteraceae, que equivalem ao segundo maior grupo na flora inventariada, não foram encontradas em grande número nos afloramentos nordestinos. No entanto, a família consta dentre os principais grupos taxonômicos colonizadores de afloramentos rochosos na região Sudeste do país (p.ex. Meirelles et al., 1999; Ribeiro et al., 2007).

Por sua vez, a elevada riqueza de Orchidaceae encontrada nas áreas de estudo, também é comum em afloramentos rochosos brasileiros em geral (Porembski et al., 1997), inclusive nos trabalhos realizados no NE (França et al., 1997, 2005; Gomes e Alves, no prelo). O mesmo padrão é verificado para Euphorbiaceae (vide França et al., 1997, 2005, 2006; Carneiro-Torres et al., 2002; Gomes e Alves, no prelo), reforçado com as informações apresentadas aqui.

Bromeliaceae, como a quinta família neste estudo, confirma observações de outros autores em relação a sua importância em afloramentos rochosos, especialmente os brasileiros (ver França et al., 2005, 2006; Caiafa e Silva, 2007; Gröger e Huber 2007; Gomes e Alves, no prelo; Ribeiro et al, 2007).

Poaceae também é uma das famílias mais representativas em afloramentos de todas as regiões tropicais (Ibisch et al., 1995; Barthlott e Porembski, 2000).

Comparando o valor do índice de similaridade calculado com análises de similaridade realizadas anteriormente para outros afloramentos da região (França et al., 1997, Gomes e Alves, no prelo), pode-se inferir que as duas áreas de estudo compartilham flora similar. No entanto, características próprias, atuais ou da evolução da paisagem, de cada uma das áreas

promovem a ocorrência de espécies exclusivas (vide capítulo 2). Por exemplo, observou-se que na Pedra Cabeça de Velho a neblina é mais comum o que, consequentemente, pode favorecer o estabelecimento de mais espécies hidrófitas, como *Utricularia nigrescens*. A ação do fogo também pode estar sendo preponderante, já que Yates *et al.* (2003) encontraram forte relação significativa entre este fator e a composição florística, em afloramento rochoso na Austrália.

Espécies restritas a ambientes de rocha também foram registradas em afloramentos rochosos de outras regiões geográficas (p. ex. Oosting & Anderson, 1939; Ibisch *et al.*, 1995, Seine *et al.*, 2000). Na Guiana Venezuelana, por exemplo, muitas das espécies de quatro dos oito gêneros mais representativos neste estudo - *Erythroxylum*, *Mandevilla*, *Tillandsia* e *Croton* – são endêmicas de afloramentos rochosos (Gröger e Huber 2007). Na costa Leste do Brasil, *Pitcarnia* é um gênero de Bromeliaceae, cujas espécies ocorrem especialmente em campos de altitude e inselbergues nos domínios da floresta atlântica (Martinelli & Forzza, 2006). Também ocorrem espécies de líquens e de Pteridophyta restritas a substratos rupícolas como descritos por Schultz *et al.* (2001) e Senna (2004), respectivamente.

Dentre as espécies bem adaptadas a afloramentos rochosos, estão as carnívoras (Saridakis *et al.* 2004). Elas foram exclusivamente encontradas na Pedra Cabeça de Velho. Sua presença é indicativa de um substrato distrófico (Biedinger *et al.* 2000 e Kluge & Brulfert 2000). Essa estratégia é relativamente freqüente em afloramentos rochosos, como visto por Michelangeli (2000) e Saridakis *et al.* (2004). A ausência dessas espécies e da maioria das demais, nas parcelas plotadas, é um ponto de partida para investigações futuras sobre o método mais adequado para inventariar a flora de ambientes rupícolas.

A ocorrência de espécies invasoras nas áreas de estudo pode causar danos severos à comunidade nativa em função de sua alta competitividade (Abe *et al.*, 2008). Essa problemática já foi observada em inselbergues do Oeste da África (Porembski, 2000) e precisa ser melhor investigada na América do Sul.

Os valores do índice de diversidade das duas áreas estudo são similares ao valor de 2,07 nats/indivíduo encontrado por França *et al.* (2006) para um inselbergue no semi-árido da Bahia. Esses valores são equiparáveis também ao encontrado por Araújo *et al.* (2005) para comunidade de herbáceas em área de caatinga circunvizinha, no município de Caruaru.

Os maiores valores de abundância absoluta para espécies terófitas por ser explicada por ser esta estratégia uma adaptação às condições extremas dos afloramentos rochosos (Krieger *et al.* 2003). A baixa freqüência encontrada para esse grupo, resulta da carência de locais com maior disponibilidade hídrica na maioria dos meses do ano. Oosting & Anderson

(1939) descrevem uma mudança drástica na fisionomia da flora com a sazonalidade, posteriormente observada também por Burbanck e Platt (1964), Krieger et al. (2003) e Gomes e Alves (no prelo). Aqueles autores defendem que as espécies com ciclo restrito ao período das chuvas não seriam as verdadeiras dominantes.

Os maiores valores de frequência para espécies de monocotiledôneas, nas duas áreas, é coerente com observações de diversos autores (França et al., 1997; Meirelles et al., 1999; Caiafa et al. 2007, entre outros) assinalando o grupo como importante na estrutura da vegetação de afloramentos rochosos do país. A ocorrência de *Portea leptantha* e *Orthophytum disjunctum* dentre as espécies mais frequentes nas parcelas apóia a análise de estrutura realizada por França et al. (2006) em afloramento também no semi-árido, onde quatro espécies de Bromeliaceae foram as mais frequentes.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq pela concessão da bolsa de estudo a primeira autora; aos curadores dos herbários visitados; a Marcelo Sobral Leite, Basílio Maciel e Clarissa Gomes pelo auxílio nos trabalhos de campo; aos membros do Laboratório de Morfo-Taxonomia Vegetal (UFPE) e aos especialistas A. Alves-Araújo (Amaryllidaceae), B.S. Amorim (Euphorbiaceae e Malvaceae), D. Amorim (Passifloraceae), E. Córdula (Fabaceae), E. Franklin (Piperaceae), J. R. Maciel (Poaceae), L. Santos Silva (Bignoniaceae), L. P. Félix (Orchidaceae), M. F. Lucena (Euphorbiaceae e Phyllanthaceae), M. Ibrahim (Myrtaceae), M. Kaehler (Bignoniaceae), M. T. Vital (Convolvulaceae), T. Pontes (Araceae) e Y. Melo (Alstromeriaceae), pela colaboração.

Referências

- Abe, T., Wada, K., Nakagoshi, N., 2008. Extinction threats of a narrowly endemic shrub, *Stachyurus macrocarpus* (Stachyuraceae) in the Ogasawara Islands. *Plant. Ecol.* 198, 169-183.
- Ab' Sáber, A.N., 1990. Floram: Nordeste Seco. *Estud. av.* 4, 149-174.
- Ab' Sáber, A.N., 2003. Os domínios da Natureza no Brasil: Potencialidades Paisagísticas. Ateliê Editorial, São Paulo.
- Acer, D., Sano, P. 2001. *Melinis*. In: Wanderley, M.G.L., Shepherd, G.J. e Giulietti, A.M. (coord.). Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo: volume 1 – Poaceae. pp. 165-166. Editora Hucitec, São Paulo.

- Andrade-Lima, D., 1960. Estudos fitogeográficos de Pernambuco. Arquivos do IPA 5, 305-341.
- APG [=Angiosperm Phylogeny Group] II, 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. Bot. J. Linn. Soc. 141, 399-436.
- Araújo, E.L., Silva, K.A., Ferraz, E.M.N., Sampaio, E.V.S.B., Silva, S.I., 2005. Diversidade de herbáceas em microhabitats rochoso, plano e ciliar em uma área de caatinga, Caruaru, PE, Brasil. Acta bot. Bras. 19, 285-294.
- Barroso, G.M., Peixoto, A.L., Ichaso, C.L.F., Costa, C.G., Franklin-Guimarães, E., 1991. Sistemática de Angiospermas do Brasil. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- Barreto, R.C., 2005. Commelinaceae. In: Wanderley, M.G.L., Shepherd, G.J., Melhem, T.S., Martins, S.E., Kirizawa, M., Giulietti, A.M. (Eds.). Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo. Vol. 4. Editora Hucitec, São Paulo, pp. 195-210.
- Barthlott, W., Porembski, S., 2000. Vascular Plants on Inselbergs: Systematic Overview. In: Porembski, S. e Barthlott, W. (Eds.). Inselbergs: biotic diversity of isolated rock outcrops in tropical and temperate regions. Ecological Studies 146, Berlin, pp. 103-116.
- Biedinger, N., Porembski, S., Barthlott, W., 2000. Vascular Plants on Inselbergs: Vegetative and Reproductive Strategies. In: Porembski, S. e Barthlott, W. (eds.). Inselbergs: biotic diversity of isolated rock outcrops in tropical and temperate regions. Berlin: Ecological Studies 146, pp. 117-142.
- Burbanck, M.P., Platt, R.B., 1964. Granite outcrop communities of the Piedmont Plateau in Georgia. Ecology 45, 293-307.
- Burke, A., 2002. Island–matrix relationships in Nama Karoo inselberg landscapes. Part I: Do inselbergs provide a refuge for matrix species? Plant ecol. 160, 79–90.
- Caiafa, A.N., Silva, A.F. da, 2007. Structural analysis of the vegetation on a highland granitic rock outcrop in Southeast Brazil. Revta. Brasil. Bot. 30, 657-664.
- Carneiro-Torres, D.S., França, F., Cordeiro, I., 2002. A família Euphorbiaceae na flora de inselbergs da região de Milagres, Bahia, Brasil. Bol. bot. Univ. São Paulo 20, 31-47.
- Conceição, A.A., Pirani, J.R., 2005. Delimitação de habitats em campos rupestres na Chapada Diamantina, Bahia: substratos, composição florística e aspectos estruturais. Bol. bot. Univ. São Paulo 23, 85-111.
- Flores, A.S., 2004. Taxonomia, números cromossômicos e química de espécies de *Crotalaria* L. (Leguminosae-Papilionoideae) no Brasil. (Doutorado em Botânica) – Universidade de Campinas, Campinas.

- França, F., Melo, E., Santos, C.C., 1997. Flora de inselbergs da Região dos milagres, Bahia, Brasil: I. Caracterização da vegetação e lista de espécies de dois inselbergs. *Sitientibus*. Ser. cienc. biol. 17, 163-184.
- França, F., Melo, E. de, Santos, A.K. de A. dos, Melo, J.G.A. do N., Marques, M., Silva-Filho, M.F.B. da, Moraes, L., Machado, C., 2005. Estudo ecológico e florístico em ilhas de vegetação de um inselberg no semi-árido da Bahia, Brasil. *Hoehnea* 32, 93-101.
- França, F., Melo, E., Miranda, J.G., 2006. Aspectos da diversidade da vegetação no topo de um inselberg no semi-árido da Bahia, Brasil. *Sitientibus*. Ser. cienc. biol. 6, 30-35.
- Giulietti, A.M., Harley, R.M., Queiroz, L.P., Barbosa, M.R., Bocage, A.L., Figueiredo, M.A., 2002. Espécies endêmicas da caatinga. In: Sampaio, E.V.S.B., Giulietti, A.M., Virgínio, J. e Gamarra-Rojas, C.F.L. (Eds.). *Vegetação e Flora da caatinga*. Associação de Plantas do Nordeste, Recife, pp. 103-115.
- Gomes, P., Alves, M. no prelo. Floristic and vegetational aspects of an inselberg in the semi-arid region of Northeast Brazil. *Edinb. J. Bot.*
- Gomes, P., Costa, K.C.C., Rodal. M.J.N, e Alves, M. in prep. Inventário das espécies de Angiospermas do Parque Municipal Pedra Furada, Venturosa, semi-árido - Nordeste do Brasil. In prep.
- Gröger, A., Huber, O., 2007. Rock outcrop vegetation in the vegetation in the Venezuelan Guayana. *Revista Brasil. Bot.* 30, 599-609.
- Hammer, Ø., Harper D.A.T., Ryan, P.D., 2001. PAST: Palaeontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4, 9p.
- Henderson, A., 2004. Agavaceae. In: Smith, N., Mori, S.A., Henderson, A., Stevenson, D. Wm., Heald, S.V. (Eds.). *Flowering Plants of the Neotropics*. Princeton University Press, Princeton, pp. 405-406.
- Ibisch, P.L., Rauer, G., Rudolph, D., Barthlott, W., 1995. Floristic, biogeographical, and vegetational aspects of Pré-Cambrian rock outcrops (inselbergs) in eastern Bolivia. *Flora* 190, 299-314.
- Isichei, A.O., Morton, A.J., Ekeleme, F., 1990. Mineral Nutrient Flow from an Inselberg in South-Western Nigeria. *J. Trop. Ecol.* 6, 479-492.
- Jatobá, L., 2003. Relevô. In: Andrade, M.C.O. (ed.), *Atlas Escolar de Pernambuco*. Grafset, João Pessoa, pp. 36-44.
- ITEP, 2008. Electronic Database accessible at <http://www.itep.br/LAMEPE.asp>. Instituto de Tecnologia de Pernambuco, Recife, BRA. Acessado em 16 September 2008.

- Krieger, A., Porembski, S., Barthlott, W., 2003. Temporal dynamics of an ephemeral plant community: species turnover in seasonal rock pools on Ivorian inselbergs. *Plant ecol.* 167, 283–292.
- Löhne, C., Machado, I.C., Porembski, S., Erbar, C., Leins, P., 2004. Pollination biology of *Mandevilla* species (Apocynaceae) characteristic of NE-Brazilian inselberg vegetation. *Bot. Jahrb. Syst.* 125, 229–243.
- Martinelli, G. 2007. Mountain biodiversity in Brazil. *Revista Brasil. Bot.* 30, 587–597.
- Martinelli, G. e Forzza, R.C., 2006. *Pitcairnia* L'Hér. (Bromeliaceae): uma nova espécie, *P. azouryi* Martinelli e Forzza, e observações sobre *P. encholirioides* L. B. Sm. *Revista Brasil. Bot.* 29, 603–607.
- Martins, S., Alves, M., 2008. Aspectos anatômicos de espécies simpátricas de *Mandevilla* (Apocynaceae) ocorrentes em inselbergues de Pernambuco-Brasil. *Rodriguesia* 59, 369–380.
- Meirelles, S.T., Pivello, V.R., Joly, C.A., 1999. The vegetation of granite rock outcrops in Rio de Janeiro, Brazil, and the need for its protection. *Environ. conserv.* 26, 10–20.
- M.I. Ministério da Integração Nacional, 2005. Nova Delimitação do Semi-Árido Brasileiro. Brasília: MI.
- Michelangeli, F.A., 2000. Species composition and species-area relationships in vegetation isolates on the summit of a sandstone mountain in southern Venezuela. *J. Trop. Ecol.* 16, 9–82.
- Moraes, L.J. de M., 1977. Serras e Montanhas do Nordeste. ESAM, Mossoró.
- Morais-Neto, J.M., Alkmim, F.F., 2001. A deformação das coberturas Terciárias do Planalto da Borborema (PB-RN) e seu significado tectônico. *Rev. bras. geocienc.* 31, 95–106.
- Mori, S.A., Silva, L.A.M., Lisboa, G., Coradin, L., 1985. Manual de manejo do herbário fanerogâmico. Centro de Pesquisas do Cacau, Ilhéus.
- Oosting, H.J., Anderson, L.E., 1939. Plant Succession on Granite Rock in Eastern North Carolina. *Bot. gaz.* 100, 750–768.
- Pitrez, S.R., 2006. Florística, fitossociologia e citogenética de angiospermas ocorrentes em inselbergues. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areias.
- Porembski, S., Seine, R., Barthlott, W., 1997. Inselberg vegetation and biodiversity of granite outcrops. *J. Roy. Soc. W. Australia* 80, 193–199.
- Porembski, S., 2000. The invasibility of tropical granite outcrops ('inselbergs') by exotic weeds. *J. Roy. Soc. W. Australia* 83, 131–137.

- Projeto Radambrasil, 1983. Folhas SB. 24/25 Jaguaribe/Natal geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra / Projeto RADAMBRASIL. O Projeto, Rio de Janeiro.
- Queiroz, L.P., 2002. Distribuição de espécies de Leguminosae na Caatinga. In: Sampaio, E.S.V.B., Giuliatti, A.M., Virgínio, J., Gamarra-Rojas, C.F.L. (Eds.) Vegetação e flora da Caatinga. APNE/CNIP, Recife, pp. 141-153.
- Ribeiro, K.T., Medina, B.M.O., Scarano, F.R., 2007. Species composition and biogeographic relations of the rock outcrop flora on the high plateau of Itatiaia, SE-Brazil. *Revista Brasil. Bot.* 30, 623-639.
- Saridakis, D.P., Torezan, J.M.D. e Andrade, G., 2004. Microhabitat preferences of six *Drosera* (Droseraceae) from Tibagi River Basin, Paraná state, Brazil. *Braz Arch Biol Techn* 47, 495-501.
- Scarano, F.R., 2007. Rock outcrop in Brazil: a brief overview. *Revista Brasil. Bot.* 30, 561-568.
- Schultz, M., Büdel, B. e Porembski, S., 2001. *Thyrea porphyrella*, a new species of the Lichinaceae from inselbergs in tropical South America. *Lichenologist* 33, 211–214.
- Seine, R., Porembski, S., Becker, U., 2000. Phytogeography. In: Porembski, S., Barthlott, W.(eds.). *Inselbergs: biotic diversity of isolated rock outcrops in tropical and temperate regions*. Ecological Studies 146, Berlin, pp. 435-448.
- Senna, R.M., 2004. *Adiantopsis cheilanthoides* (Pteridaceae – Pteridophyta) uma nova espécie do Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia, Sér. Bot.* 59, 107-110.
- Tryon, R.M. e Tryon, A.F., 1982. *Ferns and Allied plants with Special References to Tropical America*. Springer-Verlag, New York.
- Vasconcelos-Sobrinho, J., 1949. *As regiões naturais de Pernambuco, o meio e a civilização*. Companhia Editora Americana, Rio de Janeiro.
- Yates, C.J. et al., 2003. Impact of two wildfires on endemic granite outcrop vegetation in Western Australia. *J. Veg. Sci.* 14, 185-194.

Tabela 1 – Lista das espécies de plantas vasculares, suas respectivas famílias, localidades e espécimes testemunhos, coletadas em dois afloramentos rochosos no semi-árido brasileiro. Gua – Pedra do Guariba e Cab – Pedra Cabeça de Velho; BSA – B. S. Amorim et al., EC – E. Córdula et al., JO – J. Oliveira et al., JRM – J. R. Maciel et al., KM – K. Mendes et al., KP – K. Pinheiro et al. e PG – P. Gomes et al.; * algumas das espécies encontradas nas parcelas.

Família	Espécie	Localidade		Espécime testemunho
		Gua	Cab	
Acanthaceae	<i>Dyschoriste maranhonis</i> Kuntze	X	-	PG 663
Agavaceae	<i>Agave sisalana</i> Perrine ex Engelm.	X	-	PG 493
Alstroemeriaceae	<i>Bomarea edulis</i> (Tussac) Herb. (apêndice A; fig. 1)	X	X	PG 425, JRM 505
Amaranthaceae	<i>Alternanthera brasiliana</i> (L.) Kuntze	X	-	PG 568
	<i>Gomphrena vaga</i> Mart.	X	-	PG 03
Amaryllidaceae	<i>Habranthus itaobinus</i> Rabean (apêndice A; fig. 2)	-	X	PG 732
	<i>Hippeastrum stylosum</i> Herb.	X	X	PG 747, 751
Anacardiaceae	<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	X	-	PG 737
Apocynaceae	<i>Ditassa oxyphylla</i> Turcz.	X	-	PG 471
	<i>Mandevilla dardanoi</i> M.F. Sales, Kin.-Gouv. & A.O. Simões * (apêndice A; fig. 3)	X	X	KM15, PG 343
	<i>Mandevilla scabra</i> (Hoffmanns. ex Roem. & Schult.) K. Schum.	X	X	PG 260, 842
	<i>Mandevilla tenuifolia</i> (J.C. Mikan) Woodson (apêndice A; fig. 4)	X	X	KP 271, KM 19
	<i>Marsdenia loniceroides</i> E.Fourn. * (apêndice A; fig. 5)	X	X	PG 716, 733
	<i>Matelea maritima</i> (Jacq.) Woodson	X	X	PG 312, 525
Araceae	<i>Anthurium affine</i> Scott * (apêndice A; fig. 6)	X	X	PG 265, 508
	<i>Anthurium gracile</i> (Rudge) Schott	-	X	PG 269
	<i>Philodendron acutatum</i> Schott	X	-	PG 461
	<i>Philodendron leal-costae</i> Mayo & G.M. Barroso (apêndice A; fig. 7)	X	-	PG 763
Asteraceae	<i>Achynocline saturioides</i> (Lam.) DC.	-	X	PG 761
	<i>Ageratum</i> sp.		X	PG 437
	<i>Bidens pilosa</i> L.	X	X	PG 407, 505
	<i>Chuquiragua</i> sp.	X	-	PG 378
	<i>Delilia biflora</i> (L.) Kuntze	X	-	PG 460
	<i>Eclipta prostrata</i> (L.) L.	X	-	PG 573
	<i>Emilia fosbergii</i> Nicolson	X	-	PG 328
	<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC.	-	X	PG 345
	<i>Erechtites hieraciifolius</i> (L.) Raf. ex DC.	-	X	PG 430
	<i>Eupatoriopsis</i> sp.	X	-	PG 259

	<i>Eupatorium</i> sp. (apêndice A; fig. 9)	X	-	PG 570
	<i>Gnaphalium indicum</i> L. *	X	X	PG 561, 506
	<i>Gochnatia lucida</i> (Baker) Cabrera	-	X	PG 348
	<i>Pithecoseris pacourinoides</i> Mart. ex DC. (apêndice A; fig. 10)	X	-	PG 479
	<i>Platypodanthera melissifolia</i> (DC.) R.M.King. & H.Rob. * (apêndice A; fig. 8)	X	X	PG 409, 363
	<i>Vernonia acutangula</i> Gardner	X	-	PG 408
	<i>Vernonia</i> sp.	-	X	PG 514
Begoniaceae	<i>Begonia lealii</i> Brade (apêndice A; fig. 11)	X	-	PG 262
	<i>Begonia saxicola</i> A. DC. *	X	X	KP 270, PG 524
Bignoniaceae	<i>Jacaranda</i> cf. <i>jasminoides</i> (Thunb.) Sandwith	X	-	PG 742
	<i>Pyrostegia venusta</i> (Ker Gawl.) Miers (apêndice A; fig. 12)	X	-	PG 670
	<i>Tabebuia</i> cf. <i>impetiginosa</i> (Mart. ex DC.) Standl.	X	-	PG 671
Boraginaceae	<i>Cordia globosa</i> (Jacq.) Kunth (apêndice B; fig. 13)	X	-	PG 834
Brassicaceae	<i>Cleome</i> cf. <i>pernambucensis</i> Iltis & Costa e Silva	-	X	PG 434
Bromeliaceae	<i>Bromelia karatas</i> L. (apêndice B; fig. 14)	X	X	PG 256, 851
	<i>Encholirium spectabile</i> Mart. ex Schult. f.	X	X	PG 725, 661
	<i>Hohenbergia catingae</i> Ule	X	-	PG 740
	<i>Hohenbergia ramageana</i> Mez (apêndice B; fig. 15)	X	X	PG 754, 734
	<i>Orthophytum disjunctum</i> L.B. Sm. *	X	X	PG 711, 331
	<i>Portea leptantha</i> Harás *(apêndice B; fig. 16)	X	X	PG 255, 330
	<i>Tillandsia gardneri</i> Lindl.	X	-	PG 744
	<i>Tillandsia recurvata</i> (L.) L.	X		PG 322
	<i>Tillandsia stricta</i> Sol. ex Sims	X	-	PG 743
	<i>Tillandsia usneoides</i> (L.) L.	X	-	PG 317
Cactaceae	<i>Cereus albicaulis</i> (Britton & Rose) Luetzelb. * (apêndice B; fig. 17)	X	X	BSA 83, PG 384
	<i>Cereus jamacaru</i> DC.	X	-	PG 852
	<i>Pilosocereus pachycladus</i> F. Ritter (apêndice B; fig. 18)	X	X	PG 753, 727
	<i>Rhipsalis</i> sp.1	X	X	Acervo de imagens, PG 517
	<i>Rhipsalis</i> sp.2	X	X	Acervo de imagens, PG 518
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	X	X	PG 382, 846
Celastraceae	<i>Hippocratea volubis</i> L.	X	-	PG 668
Clusiaceae	<i>Clusia</i> sp.	X	X	PG 857, PG 849
Commelinaceae	<i>Callisia</i> cf. <i>repens</i> L.	X	-	PG 453
	<i>Callisia</i> sp.	-	X	PG 426
	<i>Commelina</i> cf. <i>benghalensis</i> L. *	-	X	PG 523
	<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.	X	-	PG 321
	<i>Dichorisandra hexandra</i> (Aubl.) Standl.	X	-	PG 323
Convolvulaceae	<i>Ipomoea megapotamica</i> Choisy	X	-	PG 463

	<i>Ipomoea quamoclit</i> L.	X	-	s/nº
	<i>Ipomoea subincana</i> Meisn.	X	-	PG 324
	<i>Ipomoea</i> sp.	-	X	PG 346
	<i>Merremia macrocalyx</i> (Ruiz & Pav.) O'Donell	X	X	PG 451, 440
Costaceae	<i>Costus spirallis</i> (Jacq.) Roscoe	X	-	PG 327
Cucurbitaceae	<i>Cayaponia</i> sp.	X	-	PG 319
	<i>Cyclanthera</i> cf. <i>elegans</i> Cogn.	X	-	PG 370
Cyperaceae	<i>Bulbostylis scabra</i> (J. Presl & C. Presl) C.B. Clarke *	X	X	PG 379, 447
	<i>Cyperus cuspidatus</i> Kunth	X	X	PG 567, 542
	<i>Cyperus uncinulatus</i> Schrad. ex Nees	X	-	PG 455
	<i>Lipocarpha micrantha</i> (Vahl) G. Tucker	-	X	PG 477a
	<i>Scleria interrupta</i> Rich.	-	X	PG 519
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea</i> cf. <i>coronata</i> Hauman	-	X	PG 513
Droseraceae	<i>Drosera montana</i> A. St.-Hil. (apêndice B; fig. 20)	-	X	PG 446
Eriocaulaceae	<i>Paepalanthus lamarckii</i> Kunth	-	X	PG 445
	<i>Paepalanthus myocephalus</i> (Mart.) Korn.	X	X	PG 475, 441
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum pulchrum</i> A. St.-Hil. (apêndice B; fig. 21)	X	-	PG 476
	<i>Erythroxylum revolutum</i> Mart.	-	X	PG 361
	<i>Erythroxylum suberosum</i> A. St.-Hil.	X	X	PG 728
Euphorbiaceae	<i>Acalypha brasiliensis</i> Müll. Arg.	X	X	BSA 134, 97
	<i>Acalypha</i> sp.	X	-	BSA 85
	<i>Cnidoscolus urens</i> (L.) Arthur * (apêndice B; fig. 22)	X	X	BSA 84, 101
	<i>Croton hirtus</i> L' Hér.	-	X	PG 369
	<i>Croton lobatus</i> L.	-	X	BSA 98
	<i>Croton urticifolius</i> Lam.	X	X	BSA 87, 99
	<i>Dalechampia scandens</i> L.	X	-	BSA 94
	<i>Euphorbia comosa</i> Vell. * (apêndice B; fig. 23)	X	X	BSA 91, 102
	<i>Euphorbia insulana</i> Vell. *	X	X	BSA 88, 96
	<i>Manihot</i> sp.	X	-	PG 750
	<i>Romanoa tamnoides</i> (A.Juss.) Radcl.-Sm. (apêndice B; fig. 24)	X	-	BSA 132
	<i>Sapium argutum</i> (Müll.Arg.) Huber	X	-	PG 253
Fabaceae	<i>Cajanus cajan</i> (L.) Millsp.	X	-	JO 22
	<i>Centrosema virginianum</i> (L.) Benth.	X	-	PG 576
	<i>Chaetocalyx scandens</i> (L.) Urb.	-	X	PG 662
	<i>Chamaecrista nictitans</i> (L.) Moench	X	X	PG 738, 516
	<i>Crotalaria lanceolata</i> E. Mey.	X	X	PG 309, 590
	<i>Desmodium incanum</i> DC.	-	X	PG 336
	<i>Hymenaea martiana</i> Hayne (apêndice C; fig. 25)	-	X	PG 660
	<i>Inga vera</i> Willd.	X	-	PG 767
	<i>Macroptilium bracteatum</i> (Nees & C. Mart.) Maréchal &	X	-	PG 856

	Baudet			
	<i>Mimosa arenosa</i> (Willd.) Poir.	-	X	PG 515
	<i>Mimosa ursina</i> Mart.	-	X	PG 520
	<i>Piptadenia stipulacea</i> (Benth.) Ducke	X	-	EC 311
	<i>Senna aversifolia</i> (Herb.) H.S. Irwin & Barneby (apêndice C; fig. 26)	X	X	PG 418, 423
	<i>Senna martiana</i> (Benth.) H.S. Irwin & Barneby	-	X	PG 332
	<i>Senna rizzini</i> H.S. Irwin & Barneby (apêndice C; fig. 27)	X	-	PG 470
	<i>Stylosanthes scabra</i> Vogel	-	X	PG 356
	<i>Vigna peduncularis</i> (Kunth.) Fawc. & Rendle (apêndice C; fig. 28)	X	X	PG 488, 591
	<i>Zornia myriadena</i> Benth.	-	X	PG 541
Gentianaceae	<i>Schultesia guianensis</i> (Aubl.) Malme *	-	X	PG 436
Gesneriaceae	<i>Paliavana tenuiflora</i> Mansf. *	X	X	PG 264, 340
	<i>Sinningia nordestina</i> Chautems, Baracho & Siqueira (apêndice C; fig. 29)	X	X	PG 487, 855
Lamiaceae	<i>Hyptis</i> cf. <i>calida</i> Mart. ex Benth.	X	X	PG 421, 431
	<i>Hyptis pectinata</i> (L.) Poit.	X	-	PG 571
	<i>Hyptis umbrosa</i> Salzm. ex Benth.	X	-	PG 569
	<i>Marsypianthes chamaedrys</i> (Vahl) Kuntze *	X	-	PG 354
	<i>Vitex regneliana</i> Moldenke	X	X	PG 739, 731
Lentibulariaceae	<i>Utricularia nigrescens</i> Sylvén *	-	X	PG 448
Loasaceae	<i>Aosa rupestris</i> (Gardner) Weigend (apêndice C; fig. 30)	X	-	PG 325
Malvaceae	<i>Corchorus argutus</i> Kunth	-	X	PG 367
	<i>Pavonia aschersoniana</i> Gürke (apêndice C; fig. 31)	-	X	PG 509
	<i>Pavonia cancellata</i> (L.) Cav.	X	-	PG 462
	<i>Sida barclayi</i> Baker f. (apêndice C; fig. 32)	-	X	PG 757
	<i>Sida linifolia</i> Cav.	-	X	PG 362
	<i>Waltheria indica</i> L.	-	X	PG 512
Melastomataceae	<i>Clidemia hirta</i> (L.) D. Don.	X	X	JO 21, PG 845
	<i>Pterolepis polygonoides</i> Triana *	-	X	PG 588
	<i>Tibouchina multiflora</i> Cogn. (apêndice C; fig. 33)	X	X	PG 466, 587
Menispermaceae	<i>Cissampelos</i> sp.	X	X	PG 371, 854
Myrsinaceae	<i>Anagallis minima</i> (L.) E.H.L. Krause *	X	X	PG 574, 543
Myrtaceae	<i>Myrciaria</i> sp. (apêndice C; fig. 34)	X	X	PG 380, 344
Onagraceae	<i>Ludwigia</i> cf. <i>leptocarpa</i> (Nutt.) H. Hara	X	-	PG 481
Orchidaceae	<i>Campylocentrum crassirhizum</i> Hoehne	X	X	PG 768, 765
	<i>Catasetum barbatum</i> (Lindl.) Lindl. (apêndice C; fig. 35)	X	-	PG 485
	<i>Cyrtopodium polyphyllum</i> (Vell.) Pabst ex F. Barros * (apêndice C; fig. 36)	X	X	PG 669, 666

	<i>Epidendrum difformis</i> Jacq.	X	-	PG 416
	<i>Epidendrum rigidum</i> Jacq.	X	-	PG 417
	<i>Habenaria trifida</i> Kunth	-	X	PG 342
	<i>Habenaria</i> sp. (apêndice D; fig. 37)	X	X	PG 422, 853
	<i>Oeceoclades maculata</i> (Lindl.) Lindl.	X	-	PG 318
	<i>Oncidium barbatum</i> Lindl.	X	-	PG 484
	<i>Pleurothallis ochreatea</i> Lindl. *	X	X	PG 263, 339
	<i>Polystachya estrellensis</i> Rchb. f.	X	X	PG 257, 729
	<i>Prescottia phleoides</i> Lindl. *	X	X	PG 572, 592
	<i>Rodriguezia bahiensis</i> Rchb. f.	X	-	PG 764
Orobanchaceae	<i>Melasma melampyroides</i> (Rich.) Pennell	-	X	PG 438
Oxalidaceae	<i>Oxalis frutescens</i> L. *	X	X	PG 406, 843
Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i> L.	-	X	PG 760
Phyllanthaceae	<i>Flueggea flexuosa</i> Müll.Arg.	X	-	BSA 93
	<i>Phyllanthus niruri</i> L. subsp. <i>Niruri</i>	X	X	BSA 92, 100
Piperaceae	<i>Peperomia blanda</i> (Jacq.) Kunth	X	-	PG 411
	<i>Peperomia circinata</i> Link	X	-	PG 755
Plantaginaceae	<i>Angelonia pubescens</i> Benth.	-	X	PG 844
Poaceae	<i>Antheophora hermaphrodita</i> (L.) Kuntze	X	-	JRM 502
	<i>Eragrostis rufescens</i> Schrad. ex Schult.	X	-	JRM 500
	<i>Ichnanthus bambusiflorus</i> (Trin.) Döll	-	X	PG 848
	<i>Ichnanthus dasycoleus</i> Tutin (apêndice D; fig. 38)	-	X	PG 850
	<i>Lasiacis ligulata</i> Hitchc. & Chase	X	-	PG 566
	<i>Melinis minutiflora</i> P. Beauv.	-	X	PG 357
	<i>Panicum trichoides</i> Sw.	X	-	PG 468
	<i>Schizachyrium brevifolium</i> (Sw.) Nees ex Büse	-	X	PG 589
Polygalaceae	<i>Polygala paniculata</i> L. *	-	X	PG 360
	<i>Polygala sericea</i> Bennett, A.W.	-	X	PG 338
	<i>Polygala spectabilis</i> DC.	-	X	PG 759
	<i>Securidaca diversifolia</i> (L.) S.F. Blake	X	-	PG 745
Polypodiaceae	<i>Micrograma</i> sp.	X	-	PG 482
Portulacaceae	<i>Portulaca elatior</i> Mart. ex Rorhb. * (apêndice D; fig. 39)	X	X	PG 705, 659
	<i>Talinum paniculatum</i> (Jacq.) Gaertn.	X	-	PG 836
Pteridaceae	<i>Doryopteris</i> sp. * (apêndice D; fig. 40)	X	X	KP 275, PG 419
Rhamnaceae	<i>Gouania columnifolia</i> Reissek * (apêndice D; fig. 41)	-	X	PG 377
Rubiaceae	<i>Diodia apiculata</i> (Willd. ex Roem. & Schult.) K. Schum.	X	X	PG 316, 366
	<i>Emmeorhiza umbellata</i> (Spreng.) K. Schum.	X	X	PG 564, 511
	<i>Mitracarpus frigidus</i> (Willd. ex Roem. & Schult.) K. Schum. (apêndice D; fig. 42)	X	X	PG 258, 333
	<i>Manettia cordifolia</i> Mart.	X	-	PG 373

	<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	X	-	PG 837
	<i>Spermacoce alata</i> Aubl.	X	X	PG 491, 499
	<i>Tocoyena</i> cf. <i>formosa</i> (Cham. & Schltdl.) K. Schum. (apêndice D; fig. 43)	X	X	PG 414, 746
Rutaceae	<i>Esenbeckia febrifuga</i> (A. St.-Hil.) A. Juss. ex Mart. (apêndice D; fig. 44)	X	-	PG 835
Sapindaceae	<i>Cardiospermum corindum</i> L.	X	X	PG 459, 546
	<i>Cupania revoluta</i> Rolfe	X	X	PG 375, 349
	<i>Paullinia pinnata</i> L.	X	X	KP 272, JO 07
Schizaeaceae	<i>Anemia villosa</i> Humb. & Bonpl. ex Willd. (apêndice D; fig. 45)	X	X	KP 275a, PG 442
Schrophulariaceae	<i>Ameroglossum pernambucensis</i> Fischer, Vogel & Lopes * (apêndice D; fig. 46)	X	-	PG 261
Sellaginellaceae	<i>Selaginella potaroensis</i> Jenman *	-	X	PG 449
Smilacaceae	<i>Smilax</i> sp.	X	-	PG 326
Solanaceae	<i>Capsicum</i> cf. <i>parvifolium</i> Sendtn. (apêndice D; fig. 47)	X	-	PG 664
	<i>Schwenckia americana</i> L. *	-	X	PG 352
	<i>Solanum asperum</i> Rich.	X	-	PG 465
Turneraceae	<i>Piriqueta</i> sp.	-	X	PG 657
Urticaceae	<i>Pilea hyalina</i> Fenzl *	X	X	PG 489, 450
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> L.	X	X	PG 315, 510
	<i>Lippia alba</i> (Mill.) N.E. Br.	X	-	PG 577
Vitaceae	<i>Cissus erosa</i> Rich. * (apêndice D; fig. 48)	X	X	PG 376, 368
	<i>Cissus subrhomboidea</i> (Baker) Planch.	X	-	PG 374
-	Total	148	121	-

Fig. 1. Mapa com a área de abrangência do semi-árido (A) e localização da Serra do Gado Bravo (B), no Planalto da Borborema, onde se situam os afloramentos rochosos estudados, Nordeste do Brasil.

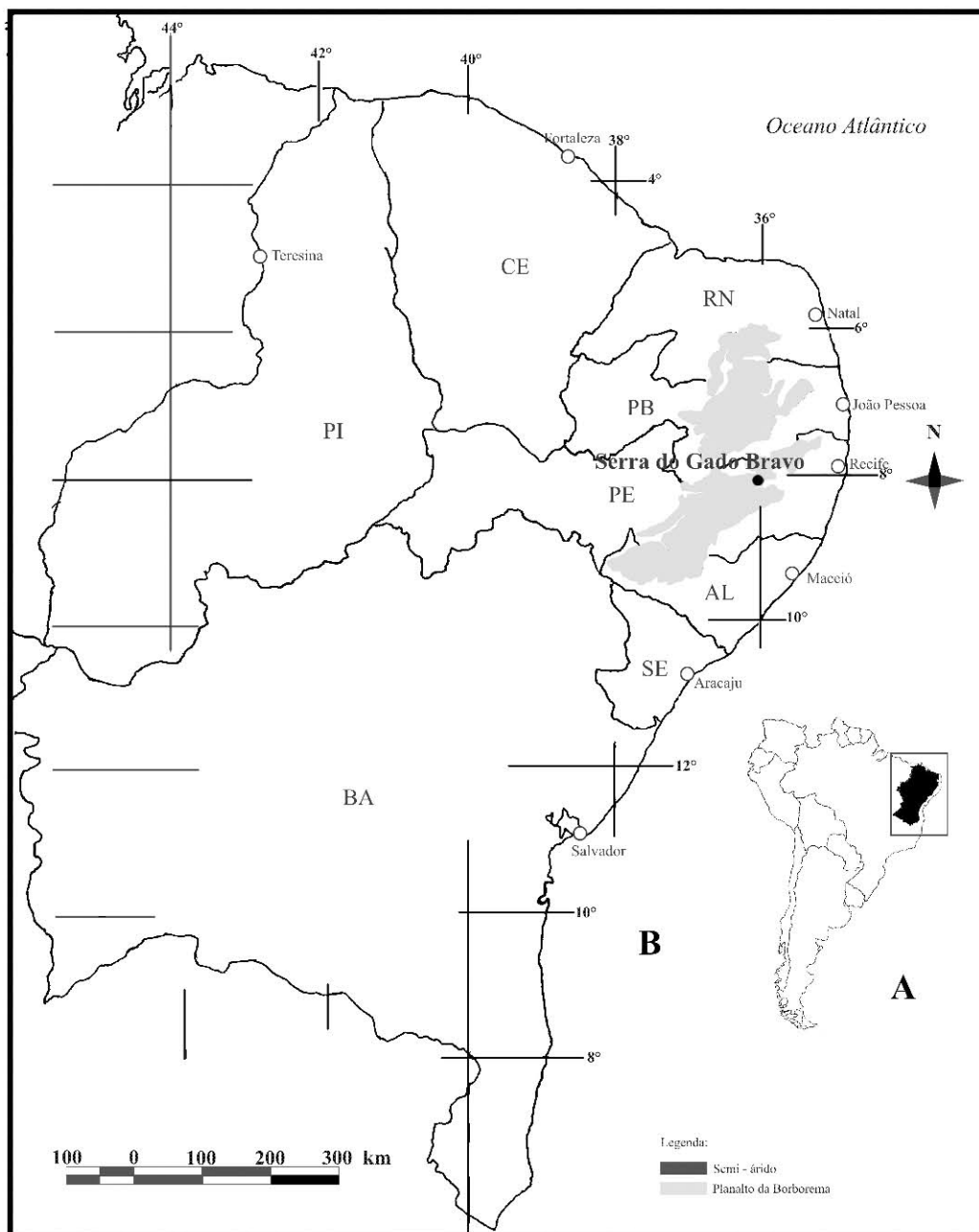


Fig. 2. Aspecto geral das localidades de estudo, semi-árido de Pernambuco, Nordeste do Brasil: A. e B. visão geral e C. e D. visão aproximada. A. e C. Pedra do Guariba e B. e D. Pedra Cabeça de Velho.



Fig. 3. Abundância das espécies nas 30 parcelas de 1m² plotadas em dois afloramentos rochosos no semi-árido de Pernambuco, Nordeste do Brasil. A. Pedra do Guariba e B. Pedra Cabeça de Velho.

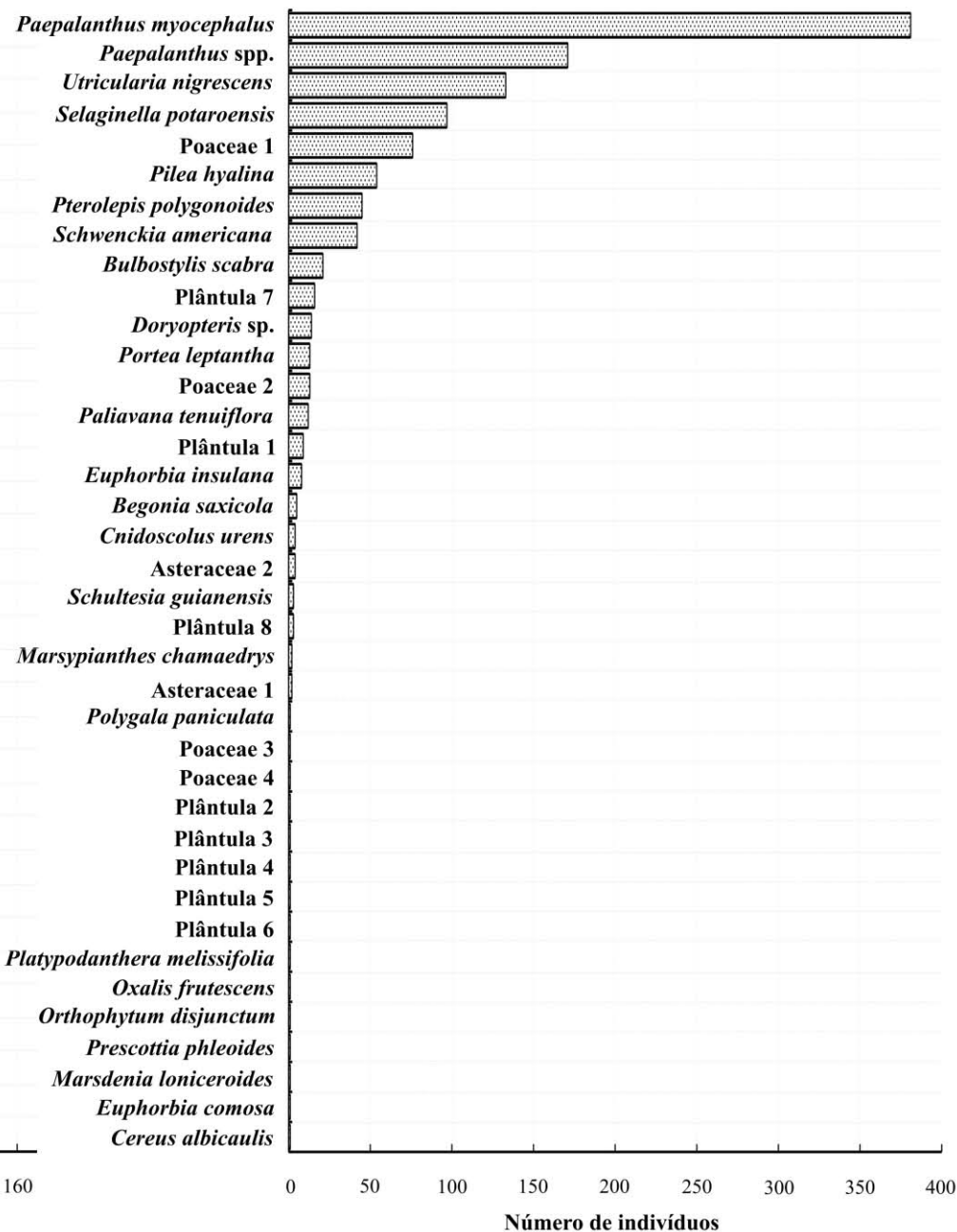
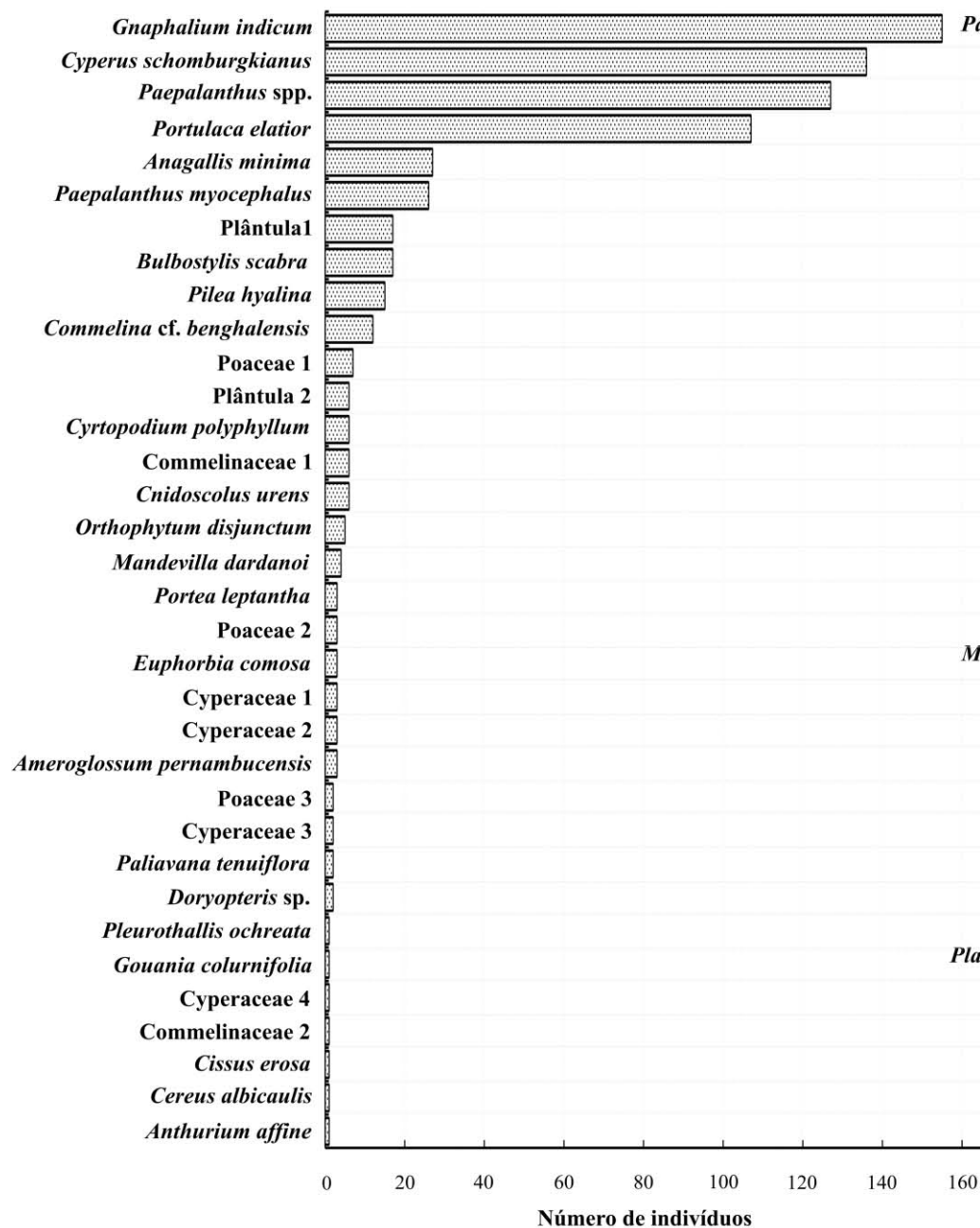
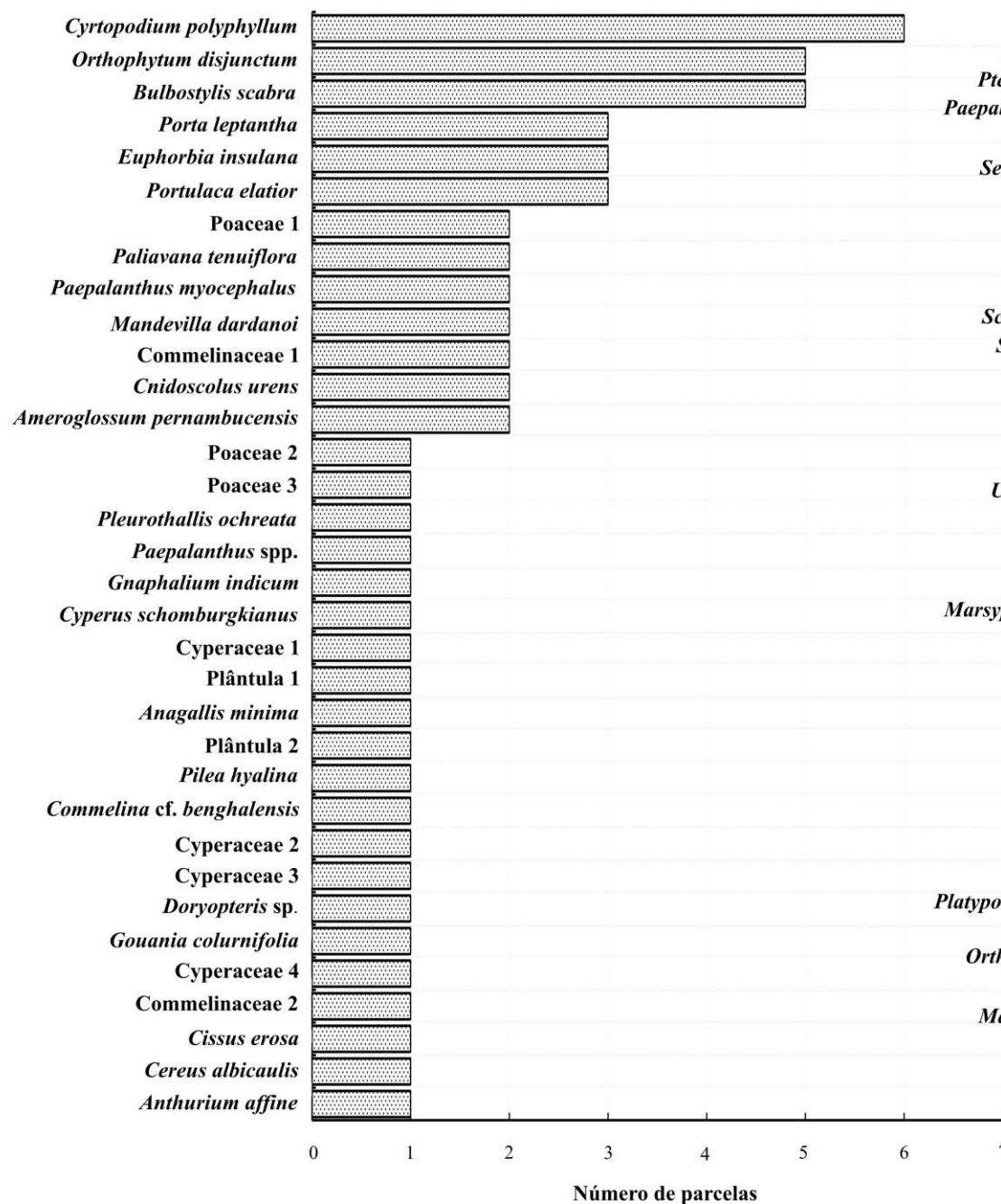
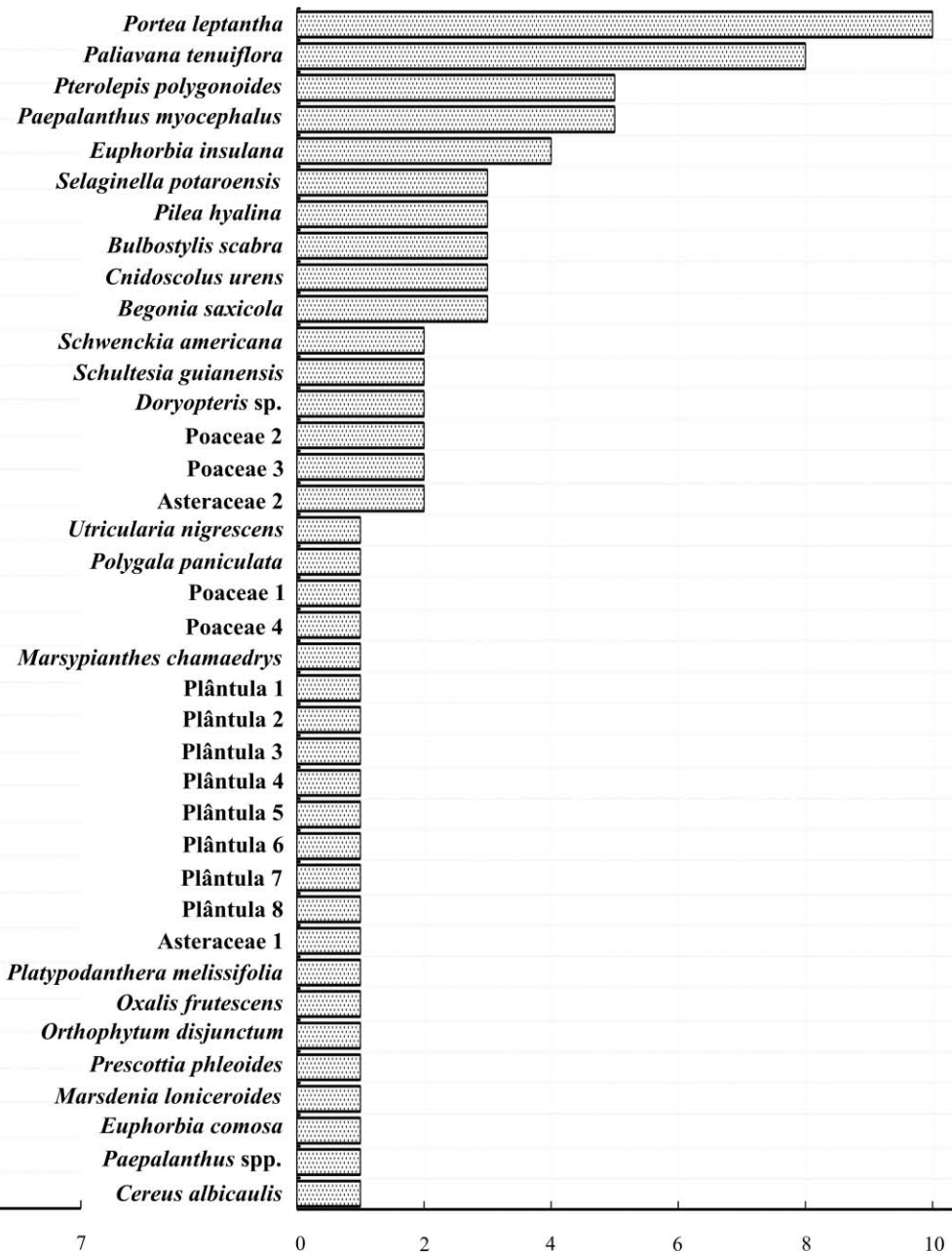


Fig. 4. Frequência das espécies nas 30 parcelas de 1m² plotadas em dois afloramentos rochosos no semi-árido de Pernambuco, Nordeste do Brasil. A. Pedra do Guariba e B. Pedra Cabeça de Velho.



(a)



(b)

APÊNDICE A - Alguns representantes da flora inventariada. **Fig. 1. Alstroemeriaceae:** *Bomarea edulis* (Tussac) Herb. **Fig. 2. Amaryllidaceae:** *Habranthus itaobinus* Rabean. **Figs. 3-5. Apocynaceae:** 1. *Mandevilla dardanoi* M.F. Sales, Kin.-Gouv. & A.O. Sim, 2. *Mandevilla tenuifolia* (J.C. Mikan) Woodson, 3. *Marsdenia loniceroides* E.Fourn. **Fig. 6-7. Araceae:** 6. *Anthurium affine* Scott, 7. *Philodendron leal-costae* Mayo & G.M. Barroso. **Figs. 8-10. Asteraceae:** 8. *Platypodanthera melissifolia* (DC.) R.M.King. & H.Rob. 9. *Eupatorium* sp. 10. *Pithecoseris pacourinoides* Mart. ex DC. **Fig. 11. Begoniaceae:** *Begonia lealii* Brade. **Fig. 12. Bignoniaceae:** *Pyrostegia venusta* (Ker Gawl.) Miers.



APÊNDICE B – **Fig. 13. Boraginaceae:** *Cordia globosa* (Jacq.) Kunth. **Figs. 14-15. Bromeliaceae:** 14. *Bromelia karatas* L., 15. *Hohenbergia ramageana* Mez, 16. *Portea leptantha* Harás. **Figs. 17-18. Cactaceae:** 17. *Cereus albicaulis* (Britton & Rose) Luetzelb., 18. *Pilosocereus pachycladus* F. Ritter. **Fig. 19. Commelinaceae:** *Dichorisandra hexandra* (Aubl.) Standl. **Fig. 20. Droseraceae:** *Drosera montana* A. St.-Hil. **Fig. 21. Erythroxylaceae.** *Erythroxylum pulchrum* A. St.-Hil. **Figs. 22-24. Euphorbiaceae:** 22. *Cnidoscolus urens* (L.) Arthur, 23. *Euphorbia comosa* Vell., 24. *Romanoa tamnoides* (A.Juss.) Radcl.-Sm.



APÊNDICE C – **Figs. 25-28. Fabaceae:** 25. *Hymenaea martiana* Hayne, 26. *Senna aversifolia* (Herb.) H.S. Irwin & Barneby, 27. *Senna rizzini* H.S. Irwin & Barneby, 28. *Vigna peduncularis* (Kunth.) Fawc. & Rendle. **Fig. 29. Gesneriaceae:** *Paliavana tenuiflora* Mansf. **Fig. 30. Loasaceae:** *Aosa rupestris* (Gardner) Weigend. **Fig. 31-32. Malvaceae:** 31. *Pavonia aschersoniana* Gürke, 32. *Sida barclayi* Baker f. **Fig. 33. Melastomataceae:** *Tibouchina multiflora* Cogn. **Fig. 34. Myrtaceae:** *Myrciaria* sp. **Figs. 35-36. Orchidaceae:** 35. *Catasetum barbatum* (Lindl.) Lindl., 36. *Cyrtopodium polyphyllum* (Vell.) Pabst ex F. Barros.



APÊNDICE D - **Fig. 37. Orchidaceae:** *Habenaria* sp. **Fig. 38. Poaceae:** *Ichnanthus dasycoleus* Tutin. **Fig. 39. Portulacaceae:** *Portulaca elatior* Mart. ex Rorhb. **Fig. 40. Pteridaceae:** *Doryopteris* sp. **Fig. 41. Rhamnaceae:** *Gouania colurnifolia* Reissek. **Figs. 42-43. Rubiaceae:** 42. *Mitracarpus frigidus* (Willd. ex Roem. & Schult.) K. Schum., 43. *Tocoyena* cf. *formosa* (Cham. & Schltdl.) K. Schum. **Fig. 44. Rutaceae:** *Esenbeckia febrifuga* (A. St.-Hil.) A. Juss. ex Mart. **Fig. 45. Schizaeaceae:** *Anemia villosa* Humb. & Bonpl. ex Willd. **Fig. 46. Scrophulariaceae:** *Ameroglossum pernambucensis* Fischer, Vogel & Lopes. **Fig. 47. Solanaceae:** *Capsicum* cf. *parvifolium* Sendtn.. **Fig. 48. Vitaceae:** *Cissus erosa* Rich.



Capítulo 2

Influência de fatores ambientais na vegetação em
afloramentos rochosos no limite do semi-árido, Nordeste
do Brasil

Manuscrito a ser enviado ao periódico Biotropica

LRH: Gomes & Alves

RRH: Vegetação em afloramentos rochosos

**Influência de fatores ambientais na vegetação em afloramentos rochosos no semi-árido,
Nordeste do Brasil¹**

Polyhanna Gomes^{2, 3} & Marccus Alves^{2,}

1. Parte da dissertação de mestrado da primeira autora.
2. Laboratório de Morfo-Taxonomia Vegetal, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Av. Prof. Moraes Rego, 1235 – Cidade Universitária, Recife, PE, CEP 50670-901.
3. Autor para correspondência: polyhannagomes@hotmail.com

Recebido em: _____

Aceito em: _____

Abstract - Communities in depressions, occurring as vegetation islands surrounded by naturally exposed granitic rock of two outcrops from Brazilian semi-arid were studied. The objective of this work were investigated the relationships of vegetation with four environmental variables. The influent factor on richness and abundance appeared to be only area. There was no effect of soil depth or inclination. In other hand, this variables and locality are the most influent factors on floristic composition. There was no significance effect of area surface on species composition.

Resumo – Comunidades em depressões, ocorrendo como ilhas de vegetação rodeadas por rocha exposta, de dois afloramentos rochosos no semi-árido brasileiro foram estudadas. O objetivo deste trabalho foi verificar a relação entre a vegetação e quatro variáveis ambientais. A área é único fator que aparentemente influencia a abundância e a riqueza. Não foram encontrados efeitos da profundidade do solo ou da inclinação. Por outro lado, essas variáveis e a localidade são os fatores que melhor explicam a variação na composição florística. Nesse caso, a área não foi significativa.

Key words: inselberg, mat species, tropical montane vegetation.

INTRODUÇÃO

As condições ambientais dos afloramentos rochosos são em geral muito mais severas que as de outras áreas com macroclima similar (Phillips 1981, Porembski 2007). A vegetação que comportam está submetida a fortes filtros ambientais, tais como flutuações extremas de temperatura, disponibilidade hídrica limitada e elevadas taxas de evapotranspiração (Phillips 1981, Gröger & Barthlott 1996, Szarzynski 2000).

Porém, segundo McVaugh (1943), o desenvolvimento da vegetação em depressões na rocha, difere do desenvolvimento sobre rocha nua, por que a água e o solo são retidos por mais tempo nesses locais, onde a maioria das plantas vasculares se estabelece. Tais depressões se mantêm isoladas de outras por trechos de rocha exposta (Burbanck & Platt 1964, Houle & Phillips 1989, Oliveira *et al.* 2004). Por isso, alguns autores a denominarem as comunidades que comportam como ilhas de vegetação (França *et al.* 1997, Ribeiro & Medina 2002), termo que será adotado neste trabalho.

A área e a profundidade do solo nas depressões onde as ilhas de vegetação estão localizadas afetam a vegetação em afloramentos rochosos (Uno & Collins 1987). Variação na

composição e riqueza da flora, produzida por mudanças na profundidade do solo, foi observada por Burbank e Phillips (1964), Uno e Collins (1987), Michelangeli (2000) e Oliveira *et al.* (2004), nas ilhas de vegetação. Esses autores observaram também que a área que as ilhas de vegetação apresentam tem relação positiva com o número de espécies, reforçando uma das premissas da teoria da biogeografia de ilhas oceânicas (MacArthur & Wilson 1963).

Muitos autores observaram também associações entre formas de vida e a composição florística, com o tipo de topografia, em diferentes regiões geográficas (p.ex. Porembski 2007). Deste modo, a inclinação também é possivelmente outra variável abiótica que afeta a vegetação nesses ambientes (vide Medina *et al.* 2006), mas sua influência não é clara. Seine *et al.* (1998), por exemplo, relatam que fissuras na rocha em trechos mais inclinados comportavam maior riqueza que aquelas em escarpas mais amenas. Oliveira *et al.* (2004), por sua vez, acreditam que ilhas de vegetação localizadas em trechos da rocha com menor inclinação são mais propícios a colonização e, portanto, apresentam maior número de espécies.

Sendo assim, este trabalho tem por objetivo o estudo das ilhas de vegetação em dois afloramentos rochosos cristalinos, localizados no semi-árido do Brasil, buscando responder se a riqueza, a abundância e a composição de espécies relacionam-se com a área, a profundidade do solo e a inclinação da rocha das ilhas de vegetação. A fim de verificar se a resposta da vegetação varia de acordo a localidade, este variável também foi inclusa em uma das análises.

MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

Este trabalho foi desenvolvido em dois afloramentos rochosos, Pedra do Guariba (08°22' S - 35°50' W; 620m asl, 4-ha) e Pedra Cabeça de Velho (08°23' S - 36°00' W; 740m asl, 3,5-ha). Esses afloramentos rochosos situam-se no semi-árido do Nordeste do Brasil. Ambos são o topo de montanhas que distam cerca de 2km entre si e a aproximadamente 150km da costa Atlântica, no estado de Pernambuco (vide capítulo 1).

De acordo com Vasconcelos-Sobrinho (1949), as localidades estudadas, estão situadas em área de “Brejos”. Os “Brejos” são refúgios de Floresta Úmida Montana no semi-árido (Andrade-Lima 1960). No local, apresentam-se com a cobertura original, no entorno dos afloramentos rochosos, fortemente descaracterizada por atividades de pecuária e agricultura.

O clima da região é caracterizado por acentuada irregularidade na distribuição das chuvas, muito embora as condições climáticas sejam mais amenas do que nas depressões interplanálticas do semi-árido (Projeto Radambrasil 1983). Nas áreas de estudo, a estação seca se estende por 6 a 8 meses, com precipitação de 12-52mm mensal, enquanto a estação chuvosa dura de 4 a 5 meses, com precipitação mensal de 81-98mm, sendo a média anual de 662mm. A temperatura média anual é 22,5°C, com amplitude de 20 a 24°C (ITEP, 2008).

A fisionomia da vegetação de ambas as áreas é arbustivo-herbácea (vide capítulo 1). As plantas se distribuem de forma agrupada, em ilhas de vegetação, separadas por trechos de rocha colonizados por líquens e cianobactérias.

COLETAS DE DADOS

Os dados foram coletados somente em ilhas de vegetação (N=104) que obedeceram aos seguintes critérios: (1.) possuir duas ou mais espécies com parte aérea perene; (2.) não apresentar, no momento, conexão com a vegetação do entorno ou com outra ilha e (3.) estarem localizadas na face à barlavento.

As depressões sem plantas ou que apresentavam somente uma espécie não foram incluídas nas análises, pois essas podem ser facilmente destruídas pela lixiviação do sedimento (Uno & Collins 1987), muito embora as características ecológicas da espécie colonizadora possam minimizar ou anular esse efeito (ver Oosting & Anderson 1939). No entanto, como a metodologia empregada neste trabalho não permite avaliar se as diferentes estratégias de colonização são suficientes para manutenção da espécie no local, até que uma ilha de vegetação seja formada, só considerou-se como ilha de vegetação depressões com duas ou mais espécies.

Como no semi-árido a vegetação é fortemente influenciada pelas variações sazonais (Projeto Radambrasil 1983), restringiram-se as observações para espécies com parte aérea perene. Esse procedimento evita distorções nas análises, em função da coleta de dados ter sido realizada ao longo de 13 meses (julho de 2007 a agosto de 2008), incluindo as estações seca e chuvosa.

Três parâmetros abióticos - área, profundidade do solo e inclinação - foram mensurados nas ilhas de vegetação. A área foi estimada seguindo a metodologia de Michelangeli (2000). A profundidade do solo até a rocha foi medida no centro da ilha, pela inserção de um objeto pontiagudo com escala graduada e posterior medição. A inclinação foi mensurada sempre no lado esquerdo da ilha com auxílio de um clinômetro.

Além desses fatores abióticos, o número de espécies por ilha e o número de indivíduos por espécie por ilha foi anotado. Foi considerado como indivíduo todo eixo aéreo que, ao nível do solo, não apresentava conexão com outro, ou seja, módulos conectados por rizomas ou estolões foram considerados como um único indivíduo.

ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Para testar se existe relação entre o número de espécies e os três parâmetros ambientais - área da ilha, profundidade do solo e inclinação - foi realizada uma análise de regressão múltipla. As variáveis dependentes sofreram transformações logarítmicas para atingir normalidade e homocedasticidade. As variáveis independentes também foram log-transformadas, neste caso, para atingir linearidade. Outra regressão múltipla foi conduzida a fim de testar se esses mesmos fatores afetam a abundância. Nessa análise as variáveis também foram log-transformadas com os mesmos propósitos (Sokal & Rohlf 1995). Essas análises foram realizadas com as ferramentas do software SPSS 13.0 for Windows (SPSS Inc 2004).

A fim de verificar se existe relação entre a composição florística e as variáveis ambientais, foi realizada uma análise de correlação canônica (*Canonical Correspondance Analysis* - CCA), com auxílio do programa CANOCO 4.5 (ter Braak & Smilauer 2002). Todas as variáveis ambientais foram log-transformadas. Teste de permutação de Monte Carlo (499 permutações) foi conduzido para obter as significâncias dos eixos. Seleções *a posteriori* e permutações de Monte Carlo (499 permutações) foram aplicadas para selecionar as variáveis ambientais que podem explicar melhor a variação dos dados (ter Braak & Smilauer 2002).

Foram conduzidas análises de correlação de Pearson e, adicionalmente, na CCA foram analisados os valores dos índices de inflação, para verificar se existe correlação entre os fatores. Em todos os testes deste trabalho, $\alpha=5\%$ foi o nível de significância adotado.

RESULTADOS

Foram encontradas 36 espécies de plantas vasculares, pertencentes a 21 famílias (Tabela 1), em uma área total de 675,46m². As ilhas de vegetação apresentaram em média 4,5±2 espécies, com amplitude de 2 a 11 espécies (Fig. 1a).

Ao todo, foram contabilizados 907 indivíduos, com 2 a 31 indivíduos por ilha (Fig.1b; Tabela 2). *Paliavana tenuiflora* Mansf. (185 indivíduos), *Cyrtopodium polyphyllum* (Vell.)

Pabst ex F. Barros (107), *Portea leptantha* Harás (91), *Mandevilla dardanoi* M.F. Sales, Kin.-Gouv. & A.O. Simões (73), *Euphorbia insulana* Vell. (68), *Cnidoscolus urens* (L.) Arthur (60) e *Orthophytum disjunctum* L.B. Sm. (54) apresentaram os maiores valores de abundância absoluta nas ilhas estudadas (Tabela 1). Essas espécies também foram as mais freqüentes, na seguinte ordem: *Paliavana tenuiflora*, encontrada em 68 ilhas (65,4%), seguida de *Portea leptantha* (57 ilhas, 55%), *Cyrtopodium polyphyllum* (52, 50%), *Euphorbia insulana* (34, 32,7%), *Mandevilla dardanoi* (32, 30,7%), *Cnidoscolus urens* (29, 28%) e *Orthophytum disjunctum* (22, 21,1%) (Tabela 2).

A área das ilhas de vegetação variou de 0,06-42,83m² (Md=3 ±EP= 0,89m²; Fig. 2a; Tabela 2), a profundidade do solo de 0-44cm (Md=6± EP=0,55cm; Fig. 2b; Tabela 2) e a inclinação de 0-52° ($\bar{x}$ =26 ± DP=13°; Fig. 2c; Tabela 2). A maioria das ilhas de vegetação apresentou área entre 0,06-10,8 m² (Fig. 2a). Valores de profundidade do solo entre 0 e 10cm concentram maior parte das ilhas, com uma única ilha com valor extremo de 44cm (Fig. 2b). Com relação à inclinação, a distribuição das ilhas é normal com a maioria das amostras concentradas nas classes intermediárias e valores extremos com menor freqüência, principalmente para os superiores a 50° (Fig. 2c). Observou-se que as ilhas localizadas em trechos mais inclinados e com solos mais profundos, situavam-se principalmente na base e que depressões nuas (sem vegetação) ocorriam exclusivamente no topo, em ambos os afloramentos.

Pouca variação dos fatores de inflação foi encontrada na CCA (<1,5) e as análises de correlação de Pearson não foram significativas (área x profundidade do solo – r=0; p=0,97 / área x inclinação – r= -0,009; p=0,930 / inclinação x solo – r=0,132; p=0,181).

A relação entre o número de espécies e os fatores ambientais analisados foi positiva e significativa (F=13,658; r²=0,269; p=0), mas os coeficientes de relação parcial demonstram que somente a área teve relação significativa (t=5,908; p=0; Fig. 3a), sendo não significativa para a profundidade do solo (t=1,440; p=0,153) e para a inclinação (t=0,53; p=0,958).

O mesmo aconteceu na análise entre abundância e os três fatores ambientais, onde o teste foi significativo (F= 16,837; r²=0,316; p=0), porém quando os outros fatores são mantidos constantes somente a área afeta significativamente (t=6,808; p=0; Fig. 3b), sendo não significativo para a profundidade do solo (t=0,750; p=0,455) e para a inclinação (t=-0,757; p=0,451).

A CCA também foi significativa (eixo 1 – F=6.873, p=0,002; todos os eixos – F=3.244, p=0.002; Fig. 4). Todas as variáveis juntas explicam 43% da variação total dos dados de espécies. Desta proporção 56% é explicada no eixo 1. Essa ordenação é explicada

significativamente pelas variáveis localidade (23%. $p=0.002$), profundidade do solo (8%; $p=0.02$) e inclinação (8%; $p=0.002$), sendo não significativo para área (5%; $p=0.074$).

Na CCA, o eixo 1 separa claramente os dois afloramentos rochosos, com um terceiro grupo formado pelas espécies encontradas em ambas as localidades (Fig. 4). Observa-se também que as espécies das ilhas de vegetação estudadas se distribuem em diversas condições de profundidade do solo e inclinação (Fig. 4). As espécies dominantes e mais frequentes, por sua vez, obtêm um ótimo em situações semelhantes. Elas ocorrem preferencialmente em inclinações mais amenas, sendo *Orthophytum disjunctum* a que coloniza superfícies mais planas. *Paliavana tenuiflora*, *Cyrtopodium polyphyllum*, *Portea leptantha* e *Euphorbia insulana* ocorrem em solos com baixa profundidade. Enquanto, *Cnidoscolus urens* e *Mandevilla dardanoi* prefere solos com profundidade intermediária e *Orthophytum disjunctum* aqueles mais profundos. Apesar disso, *M. dardanoi* também coloniza ilhas com solos muito rasos, até mesmo com profundidade muito próxima a zero, onde o sistema radicular fica completamente exposto.

DISCUSSÃO

Os valores dos índices de inflação e os resultados das correlações de Pearson indicam que as variáveis ambientais contribuem independentemente nas análises de ordenação e de regressão (Matignon 2005).

A hipótese de que o número de espécies é afetado pelas variáveis ambientais foi corroborada, no entanto somente para o fator área esta relação foi significativa. Muitos autores verificaram a mesma relação positiva área x número de espécies em outros afloramentos rochosos no sudeste do Brasil, nos Estados Unidos e na África (Uno & Collins 1987, Collins *et al.* 1989, Houle 1990, Michelangeli 2000, Ribeiro e Medina 2002, Krieger *et al.* 2003 e Oliveira *et al.* 2004).

As ilhas maiores apresentam uma série de peculiaridades que permitem que elas apresentem mais espécies. Primeiramente, pela influência do espaço, já que quanto maior a área, maior o número de espécies que esta pode comportar (Preston 1962, Krieger *et al.* 2003). Somando-se a isso, ilhas grandes apresentam, em geral, uma maior quantidade de micro-sítios permitindo que uma gama variada de espécies possa colonizar e se estabelecer, resultando em menores taxas de extinção, sendo o inverso para ilhas menores (MacArthur & Wilson 1963).

O fato das depressões sem vegetação terem sido encontradas somente no topo, em ambos os afloramentos desse trabalho, é indicativo que apóia a hipótese de Uno & Collins (1987). Os autores afirmam que a distância da ilha em relação à fonte de espécies colonizadoras, uma das premissas da teoria da biogeografia de ilhas (MacArthur & Wilson 1963), talvez não seja verdadeira em afloramentos rochosos. Para os autores, a posição relativa na superfície da rocha pode ser mais importante que a distância entre ilhas. Eles explicam que como o solo e os propágulos são carregados principalmente rocha abaixo, de uma ilha para a outra, então a colonização seria mais efetiva em depressões nos trechos situados na base do afloramento rochoso, do que naqueles situados no topo. As observações de Isichei *et al.* (1990) e de Dojani *et al.* (2007) confirmam o fluxo topo – base das águas da chuva e dos sedimentos. Entretanto, investigações aprofundadas sobre o tema precisam ser conduzidas.

A ausência de relação entre o solo e a riqueza difere da maioria dos estudos anteriores (Uno & Collins 1987, Collins *et al.* 1989, Ribeiro & Medina 2002, Oliveira *et al.* 2004). Entretanto, é em parte congruente com as observações de Ribeiro & Medina (2002), onde, apesar de significativa, a influência da profundidade do solo foi muito pequena.

Sendo assim, com base no exposto, acredita-se que ilhas de vegetação com solos mais profundos não necessariamente possuem maior número de espécies, pois grupos que exigem solo mais raso, não terão sucesso no estabelecimento. De fato, a existência de um gradiente de profundidade do solo das margens para o centro da ilha é que pode favorecer a riqueza, como mencionado por Houle (1990), e não a profundidade pontual. Neste caso, diferentes espécies, desde as adaptadas às condições de solo mais rasos, àquelas com habilidade para solos mais profundos, são capazes de colonizar uma ilha, onde o gradiente exista (vide Burbank & Platt 1964). Essa é a variabilidade de micro-sítios relacionada com área maior, onde este gradiente geralmente ocorre (Houle 1990). Porém, o método adotado aqui é insensível a esta variação.

Assim, com base no exposto e em ambos os resultados, tanto da regressão múltipla, quanto da CCA, possivelmente a inclinação e a profundidade do solo não influenciam o número de espécies e o número de indivíduos de determinada ilha, mas sim quais serão essas espécies.

A preferência de espécies por condições específicas de solo e de topografia, foi anteriormente observada em afloramentos rochosos. Gomes e Alves (*no prelo*) em outro afloramento em área vizinha aos locais de estudo, notaram que algumas espécies só colonizavam trechos sem solo, outras depressões com solos mais profundos e ainda grupos com comportamentos intermediários. Esses autores observaram também que somente poucas

espécies se estabelecem em trechos totalmente escarpados, como os representantes do gênero *Tillandsia*. França *et al.* (1997) também descrevem grupos com preferência por determinado tipo de topografia em afloramentos também na região Nordeste. Contudo, de maneira geral, desde os primeiros trabalhos em afloramentos rochosos nos EUA, até os mais atuais, associações florísticas aparentemente determinadas pela topografia e características edáficas, são apresentadas (por exemplo, McVaugh 1943, Burbanck & Platt 1964, Porembski 2007).

Contudo, como a CCA mostra que a maior porcentagem da variação das espécies é explicada pela localidade, possivelmente variáveis externas às análises devem estar também afetando a vegetação. Dentre essas, podem estar características inerentes à localidade, como altitude e umidade, além de fatores químicos do solo e interação entre as espécies, como observado por Ware (1990), Parmentier (2003), Medina *et al.* (2006), dentre outros.

CONCLUSÕES

Nos afloramentos rochosos estudados a vegetação relaciona-se pelas variáveis ambientais área, profundidade do solo, inclinação da rocha e localidade. O primeiro fator relaciona-se com a riqueza e com a abundância e não está relacionado à composição florística. Em contrapartida, a profundidade do solo e a inclinação do trecho da rocha onde a ilha se estabeleceu, possivelmente não determinam quantas espécies e quantos indivíduos colonizarão determinada ilha, mas sim quais serão essas espécies. Possivelmente, outros fatores não inclusos nas análises afetam a vegetação já que porcentagem significativa da variação das espécies é explicada pela localidade.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Tecnológico e Científico (CNPq) pela concessão de bolsa de estudo à primeira autora; a Dr. Fábio Rubio Scarano pelas sugestões no delineamento experimental; a Marcelo Sobral Leite e Basílio Maciel pelo auxílio nos trabalhos de campo; aos membros do laboratório de Morfo-Taxonomia Vegetal (UFPE); e aos taxonomistas Bruno Sampaio Amorim, Maria de Fátima Araújo Lucena, Maria Teresa Vital e Tiago Arruda Pontes, pela colaboração na identificação de algumas famílias.

LITERATURA CITADA

- ANDRADE-LIMA, D. 1960. Estudos fitogeográficos de Pernambuco. Arquivos do IPA. 5: 305-341.
- ARBELÁEZ, M. V. e F. DUIVENVOORDEN. 2004. Patterns of plant species composition on Amazonian sandstone outcrops in Colombia. J. veg. Sci.15:181-188.
- BURBANCK, M. P. e R. B. PLATT. 1964. Granite outcrop communities of the piedmont Plateau in Georgia. Ecology 45: 292-306.
- COLLINS, S. L., G.S. MITCHEL e S.C. KLAHR. 1989. Vegetation-environment relationships in a rock outcrop community in Southern Oklahoma. Am. Midl. Nat.122: 339-348.
- DOJANI, M. P., M. LAKATOSA, U. RASCHERB, W. WANER, U. LÜTTGED e B. BÜDEL 2007. Nitrogen input by cyanobacterial biofilms of an inselberg into a tropical rainforest in French Guiana. Flora 202: 521–529.
- FRANÇA, F., E. MELO e C. C. SANTOS. 1997. Flora de inselbergs da Região dos milagres, Bahia, Brasil: I. Caracterização da vegetação e lista de espécies de dois inselbergs. Sitientibus. Ser. cienc. biol. 17:163-184.
- GOMES, P. e M. ALVES. no prelo. Floristic and vegetational aspects of an inselberg in the semi-arid region of Northeast Brazil. Edinb. J. Bot.
- GROGER, A. e W. BARTHOLOTT 1996. Biogeography and Diversity of the Inselberg (Laja) Vegetation of Southern Venezuela. Biodivers. lett. 3: 165-179.
- HOULE, G. 1990. Species-area relationship during primary succession in granite outcrop plant communities. Amer. J. Bot. 77: 1433-1439.
- HOULE, G. e D. L. PHILLIPS. 1989. Seed Availability and Biotic Interactions in Granite Outcrop Plant Communities. Ecology 70: 1307-1316.

ISICHEI, A. O., A. J. MORTON E FRIDAY EKELEME. 1990. Mineral Nutrient Flow from an Inselberg in South-Western Nigeria. J. Trop. Ecol. 6: 479-492.

ITEP. 2008. ITEP- Instituto de Tecnologia de Pernambuco. Available online: <<http://www.itep.br/LAMEPE.asp>>. Accessed on 28 Ago 2008, 17:29.

KRIEGER, A., S. POREMBSKI E W. BARTHLOTT. 2003. Temporal dynamics of an ephemeral plant community: species turnover in seasonal rock pools on Ivorian inselbergs. Plant. Ecol. 167: 283-292.

MACARTHUR, R. H. E E. O. WILSON. 1963. An Equilibrium Theory of Insular Zoogeography. Evolution 17: 373-387.

MATIGNON, R. 2005. Neural Network Modeling Using SAS Enterprise Miner. Bloomington, AuthorHouse.

MCVAUGH, D. L. 1943. The Vegetation of the Granitic Flat-Rocks of the Southeastern United States. Ecol. Monogr. 13: 119-166.

MEDINA, B. M. O., K. T. RIBEIRO E F. R. SCARANO. 2006. Plant-Plant and Plant-Topography Interactions on a Rock Outcrop at High Altitude in Southwestern Brazil. Biotropica 38: 27-34.

MICHELANGELI, F. A. 2000. Species composition and species-area relationships in vegetation isolates on the summit of a sandstone mountains in southern Venezuela. J. Trop. Ecol. 16: 69-82.

OLIVEIRA, T. D., M. C. RIBEIRO, I. L. L. COSTA, F. S. FARIA E J. E. C. FIGUEIRA. 2004. Estabelecimento de espécies vegetais em um *inselberg* granítico de Mata Atlântica. Estud. Biol. 26: 17-24.

OOSTING, H. J. E L. E. ANDERSON. 1939. Plant Succession on Granite Rock in Eastern North Carolina. Bot. Gaz. 100: 750-768.

- PARMENTIER, I. 2003. Study of the vegetation composition in three Inselbergs from Continental Equatorial Guinea (Western Central Africa): effects of site, soil factors and position relative to forest fringe. Belg. j. bot. 136 (1): 63-72
- PHILLIPS, D. L. 1981. Sucession in Granite Outcrop Shrub-tree Communities. . Midl. Nat. 106: 313-317.
- POREMBSKI, S. 2007. Tropical inselbergs: habitat types, adaptive strategies and diversity patterns. Revista Brasil. Bot. 30: 579-586.
- PRESTON, F. W. 1962. The Canonical Distribution of Commonness and Rarity: Part I. Ecology 43: 185-215.
- PROJETO RADAMBRASIL. 1983. Folhas SB. 24/25 Jaguaribe/Natal geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra / Projeto RADAMBRASIL. O Projeto, Rio de Janeiro.
- RIBEIRO, K. T. E B. M. O. MEDINA. 2002. Estrutura, dinâmica e biogeografia das ilhas de vegetação sobre rocha do Planalto do Itatiaia, RJ. Boletim do Parque Nacional do Itatiaia 10: 11-82.
- SEINE, R., U. BECKER, S. POREMBSKI, G. FOLLMANN E W. BARTHLOTT. 1998. Vegetation of Inselbergs in Zimbabwe. Edinb. J. Bot. 55: 267-293.
- SHURE, D. J., H. L. RAGSDALE. 1977. Patterns of Primary Sucession on Granite Outcrop Surfaces. Ecology 58: 993-1006.
- SOKAL, R.R. & ROHLF, F.J. 1995. Biometry. 3ed. São Francisco: W.H. Freeman.
- SPSS INC. 2004. SPSS for Windows 13.0.
- SZARZYNSKI, J. 2000. Xeric Islands: Evironmental Conditions on Inselbergs. In: POREMBSKI, S. & BARTHLOTT, W.(eds.). Inselbergs: biotic diversity of isolated rock outcrops in tropical and temperate regions. Berlin: Ecological Studies 146, 37-47.

TER BRAAK, C.J.F & SMILAUER, P. 2000. Canoco for Windows version 4.5. Biometris-Plant Research International, Wageningen, The Netherlands.

UNO, G. E. E S. L. COLLINS. 1987. Primary Sucession on Granite Outcrops in Southwestern Oklahoma. B. Torrey Bot. Club 114: 387-392.

WARE, S. 1990. Adaptation to substrate – and lack of it – in rock outcrop plants: Sedum and Arenaria. Am. J. Bot. 77: 1095-1100.

VASCONCELOS-SOBRINHO, J. 1949. As regiões naturais de Pernambuco, o meio e a civilização. Companhia Editora Americana, Rio de Janeiro.

Tabela 1 – Espécies de plantas vasculares com parte aérea perene, suas respectivas famílias, abundância absoluta (número de indivíduos) e frequência absoluta (número de amostras em que foram encontradas) em 104 ilhas de vegetação, em dois afloramentos rochosos no semi-árido pernambucano, Nordeste do Brasil.

Espécies (Famílias)	Abundância absoluta	Frequência absoluta
<i>Agave sisalana</i> Perrine ex Engelm. (Agavaceae)	14	9
<i>Ameroglossum pernambucensis</i> Fischer, Vogel & Lopes (Scrophulariaceae)	13	3
<i>Anemia villosa</i> Humb. & Bonpl. ex Willd. (Schizaeaceae)	1	1
<i>Anthurium affine</i> Scott (Araceae)	16	9
<i>Anthurium gracile</i> (Rudge) Schott (Araceae)	4	3
<i>Begonia lealii</i> Brade (Begoniaceae)	25	16
<i>Begonia saxicola</i> A. DC. (Begoniaceae)	35	18
<i>Cereus albicaulis</i> (Britton & Rose) Luetzelb. (Cactaceae)	2	1
<i>Cereus jamacaru</i> DC. (Cactaceae)	6	3
<i>Cissus</i> sp. (Vitaceae)	3	2
<i>Cnidoscolus urens</i> (L.) Arthur (Euphorbiaceae)	60	29
<i>Cyrtopodium polyphyllum</i> (Vell.) Pabst ex F. Barros (Orchidaceae)	107	52
<i>Doryopteris</i> sp. (Pteridaceae)	11	5
<i>Encholirium spectabile</i> Mart. ex Schult. F. (Bromeliaceae)	8	5
<i>Erythroxylum revolutum</i> Mart. (Erythroxylaceae)	1	1
<i>Euphorbia comosa</i> Vell. (Euphorbiaceae)	68	7
<i>Euphorbia insulana</i> Vell. (Euphorbiaceae)	16	34
<i>Gouania columnifolia</i> Reissek (Rhamnaceae)	1	1
<i>Hohenbergia catingae</i> Ule (Bromeliaceae)	11	7
<i>Hohenbergia ramageana</i> Mez (Bromeliaceae)	1	1
<i>Ipomoea subincana</i> Meisn. (Convolvulaceae)	1	2
<i>Mandevilla dardanoi</i> M.F. Sales, Kin.-Gouv. & A.O. Simões (Apocynaceae)	73	32
<i>Marsdenia loniceroides</i> E.Fourn. (Apocynaceae)	29	14
<i>Microgramma</i> sp. (Polypodiaceae)	1	1
<i>Orthophytum disjunctum</i> L.B. Sm. (Bromeliaceae)	54	22
<i>Paliavana tenuiflora</i> Mansf. (Gesneriaceae)	185	68
<i>Philodendron leal-costae</i> Mayo & G.M. Barroso (Araceae)	13	8
<i>Pilosocereus pachycladus</i> F. Ritter (Cactaceae)	1	4
<i>Pleurothallis ochreatea</i> Lindl. (Orchidaceae)	16	6
<i>Portea leptantha</i> Harms (Bromeliaceae)	91	57
<i>Pyrostegia venusta</i> (Ker Gawl.) Miers (Bignoniaceae)	10	9
<i>Romanoa tamnoides</i> (A.Juss.) Radcl.-Sm. (Euphorbiaceae)	8	6
Rubiaceae 1	1	1
<i>Sapium argutum</i> (Müll.Arg.) Huber (Euphorbiaceae)	1	1

<i>Tibouchina multiflora</i> Cogn. (Melastomataceae)	19	14
<i>Tillandsia stricta</i> Sol. ex Sims (Bromeliaceae)	1	1
Total	907	-

Tabela 2 – Número de espécies, área, inclinação da rocha e profundidade do solo em 104 ilhas de vegetação, em dois afloramentos rochosos no semi-árido pernambucano, Nordeste do Brasil.

Ilha de vegetação	Nº de espécies	Nº de indivíduos	Área (m ²)	Profundidade do solo (cm)	Inclinação (°)
1	5	10	5	3	44
2	4	6	3,75	2	10
3	7	12	10,05	17	21
4	3	3	1,55	0	51
5	4	4	5,6	13	27
6	7	9	0,16	6	27
7	3	4	1,6	9,4	27
8	6	9	12,47	5	46
9	8	15	32,92	9	41
10	3	3	2,21	2,5	23
11	6	10	2,23	7,5	8
12	4	5	1,65	13,6	36
13	7	14	6,19	18	39
14	8	10	6,72	7,9	39
15	10	20	30,24	3,3	39
16	2	2	0,32	2	47
17	2	3	0,16	3,8	3
18	3	3	0,31	16	31
19	4	5	0,31	6	4
20	6	16	19,44	12,5	0
21	9	33	4,59	2,5	35
22	2	2	0,17	15	43
23	2	2	0,06	7	37
24	3	3	0,31	19	39
25	3	4	3,88	9,5	48
26	4	6	5,42	11,9	41
27	2	4	0,51	4,2	15
28	5	7	0,95	2	22
29	4	5	1,35	5,2	28
30	4	7	0,19	5,2	33
31	9	20	29,01	10	35
32	7	18	8,7	7	30
33	3	4	1,51	8	21
34	7	28	32,65	3,5	39
35	6	8	3,61	3,5	33

36	2	3	0,37	6	32
37	3	3	0,3	8,3	44
38	6	20	9,22	5	35
39	4	9	3,16	4	15
40	5	5	1,68	5,5	9
41	6	11	1,6	3	2
42	3	3	0,09	2,7	3
43	5	5	2,74	3,3	4
44	7	15	6,2	13,2	32
45	4	4	3,58	6,2	43
46	5	8	1,11	3	38
47	5	5	0,4	2,2	42
48	4	4	1,57	10	52
49	7	15	19,2	9,1	42
50	5	11	1,51	6	16
51	3	6	14,63	8,4	43
52	11	24	42,83	44	14
53	7	10	16,52	5	35
54	10	24	14,4	3,5	4
55	5	9	2,81	9,2	7
56	3	5	4,91	3	3
57	9	31	39,31	16,4	16
58	2	2	0,98	3,7	18
59	2	3	0,53	7	35
60	6	18	11,2	5,2	31
61	5	8	5,11	2,8	15
62	6	11	5,46	6,3	45
63	6	10	6,76	5,5	40
64	7	10	2,09	8	33
65	5	6	6,01	9	11
66	3	3	0,37	2,3	18
67	4	15	26,4	3,5	26
68	2	2	0,16	2,8	11
69	7	10	14,3	7,2	35
70	4	12	3,56	6,4	30
71	4	10	7,88	4,5	2
72	2	2	1,42	20	28
73	4	14	2,46	7,5	10
74	6	10	4,88	6,5	21
75	4	11	3,18	7,5	9

76	2	5	1,21	1	15
77	7	5	5	1,2	14
78	3	7	4,27	4,2	13
79	4	3	1,01	2,5	9
80	2	4	5,44	3,2	16
81	7	12	1,44	7,2	10
82	4	10	13,36	10,7	26
83	8	31	16,47	5,5	23
84	3	4	0,68	8,8	35
85	5	11	15,21	20	29
86	7	10	27,24	8,6	26
87	4	9	8,12	7,3	15
88	4	4	0,24	4,5	13
89	3	6	2,16	6	45
90	5	5	0,18	8,5	28
91	3	6	1,84	4,6	46
92	3	2	0,18	11	38
93	3	5	0,48	4,1	38
94	2	2	0,47	7,5	29
95	3	4	0,79	1,5	22
96	3	4	1,43	2,9	25
97	5	24	3,66	5,3	23
98	3	5	1,76	3,2	33
99	3	10	9,13	11,5	28
100	3	6	0,46	8,8	23
101	4	26	21,8	1,3	22
102	2	3	0,95	1,5	17
103	3	3	0,16	5,2	25
104	3	3	3,63	3	25
Total	-	907	675,46	-	-

Fig. 1. Distribuição das ilhas de vegetação por classe de (a) número de espécies e (b) número de indivíduos, em dois afloramentos rochosos no semi-árido de Pernambuco, Nordeste do Brasil. A maioria das ilhas de vegetação apresentou de duas a quatro espécies e de um a dez indivíduos.

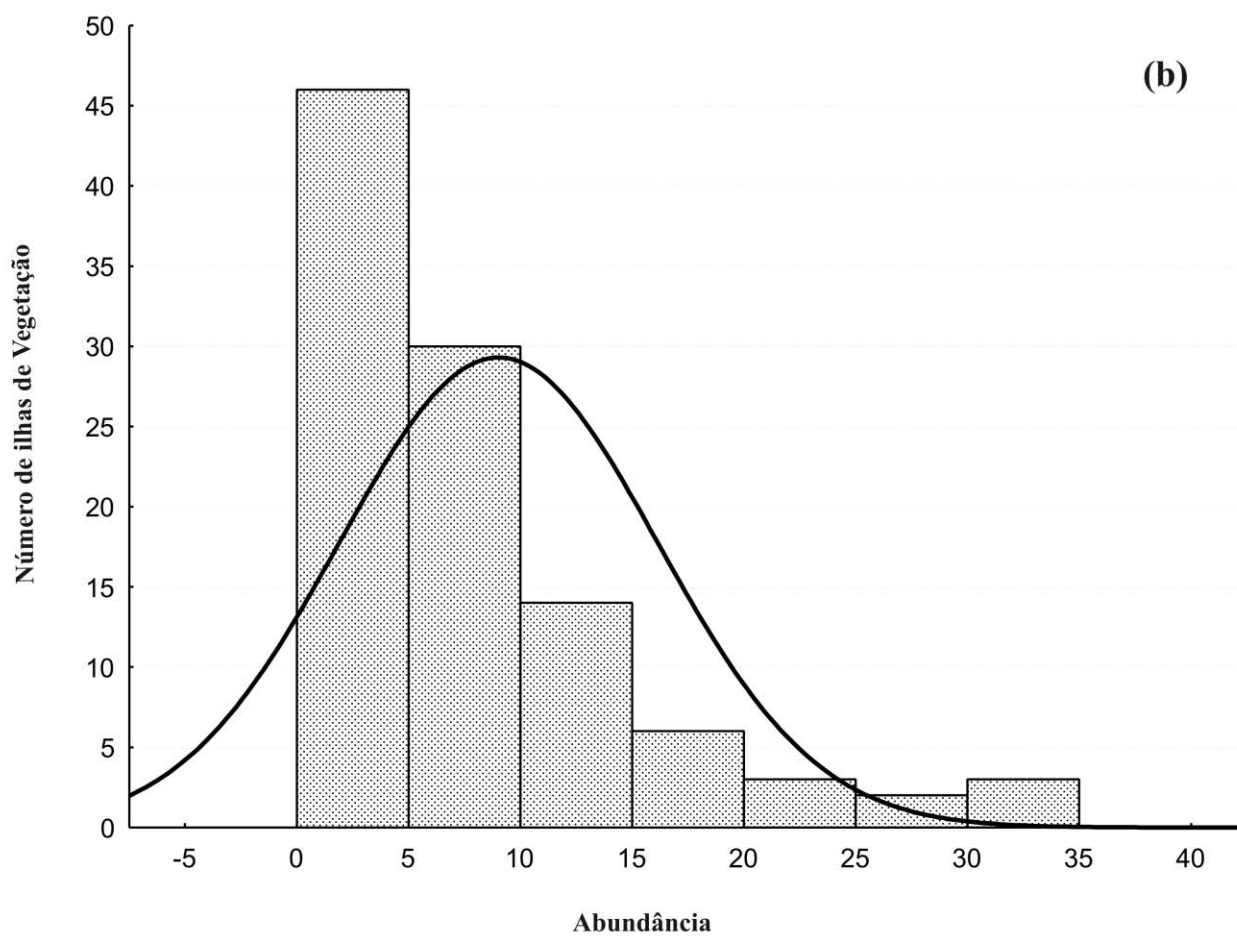
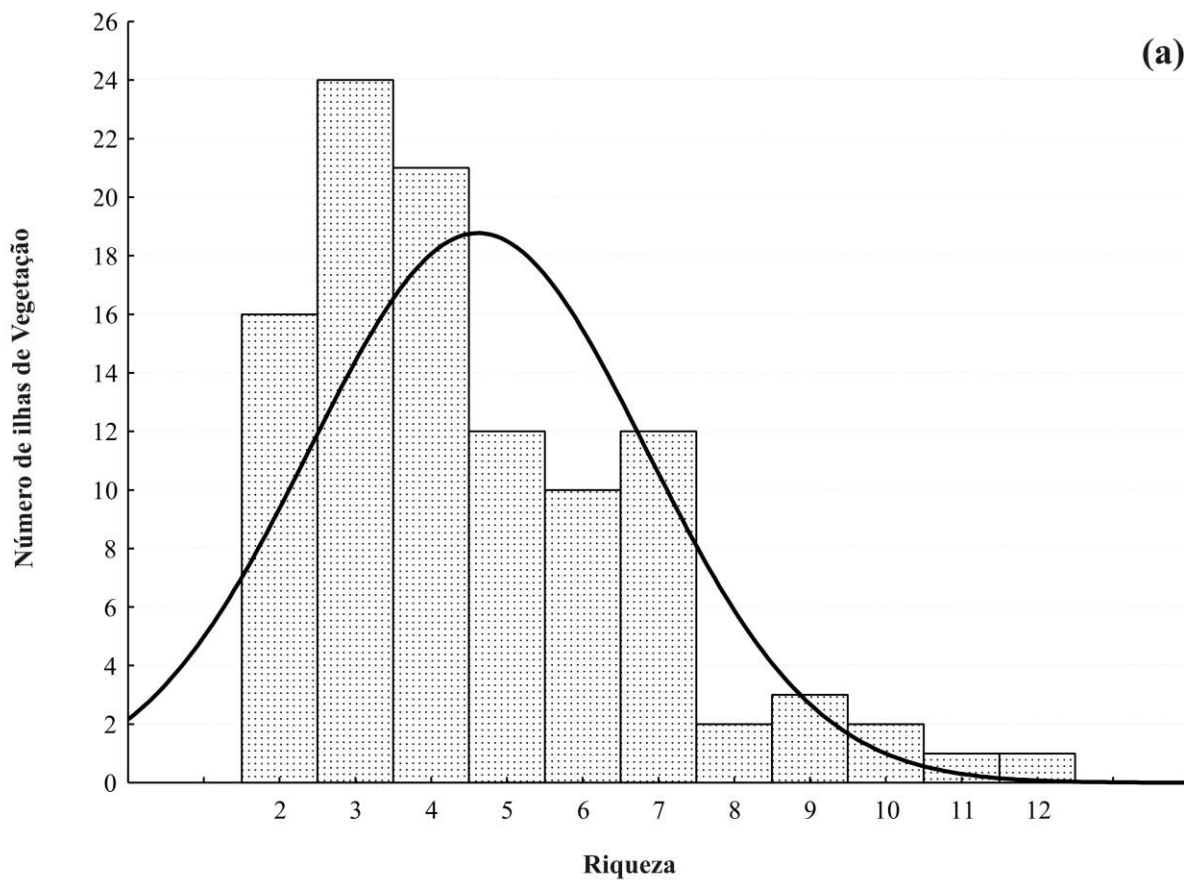


Fig. 2. Distribuição das ilhas de vegetação por diferentes classes de (a) área, (b) profundidade do solo e (c) inclinação, em dois afloramentos rochosos no semi-árido de Pernambuco, Nordeste do Brasil. Note que as ilhas com menor área e com solos mais rasos são mais comuns, enquanto que os valores de inclinação apresentam distribuição normal, com a maioria das ilhas com valores intermediários.

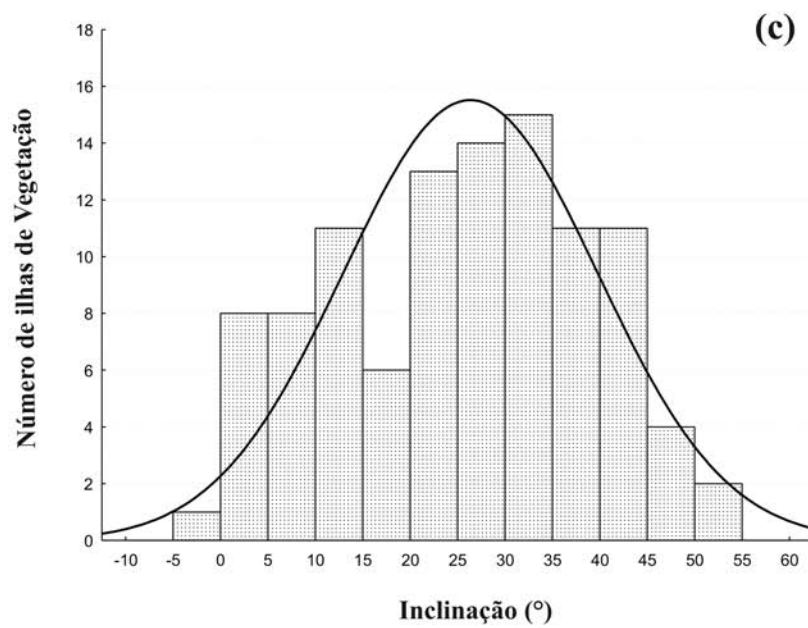
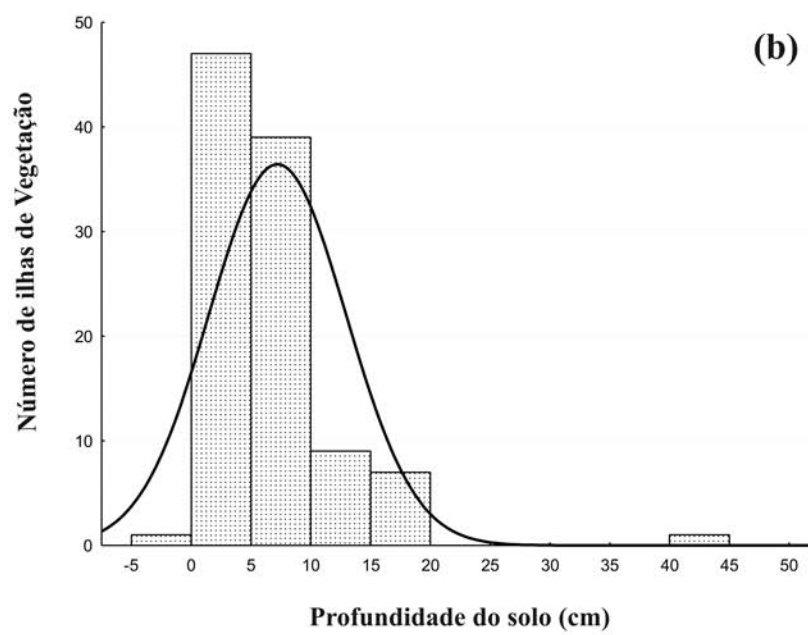
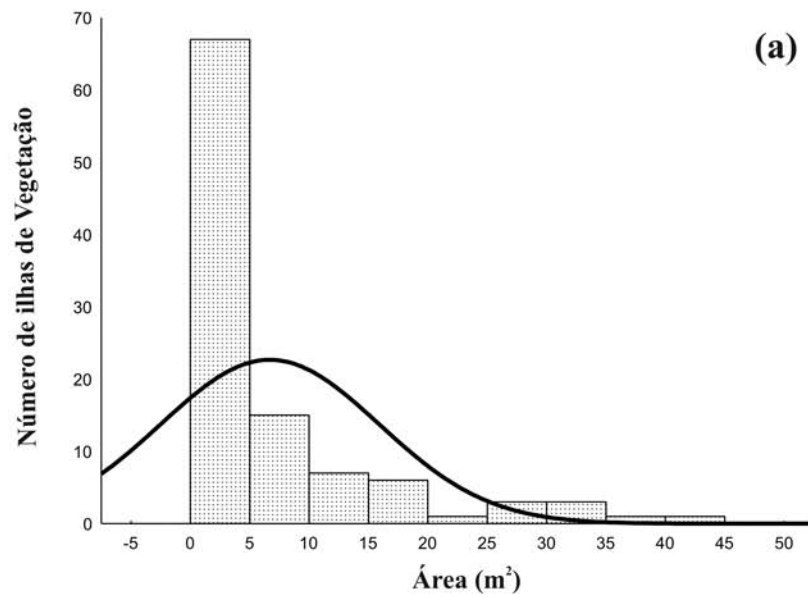


Fig. 3. Relação espécies - área (a) e abundância - área em ilhas de vegetação em dois afloramentos rochosos no semi-árido de Pernambuco, Nordeste do Brasil.

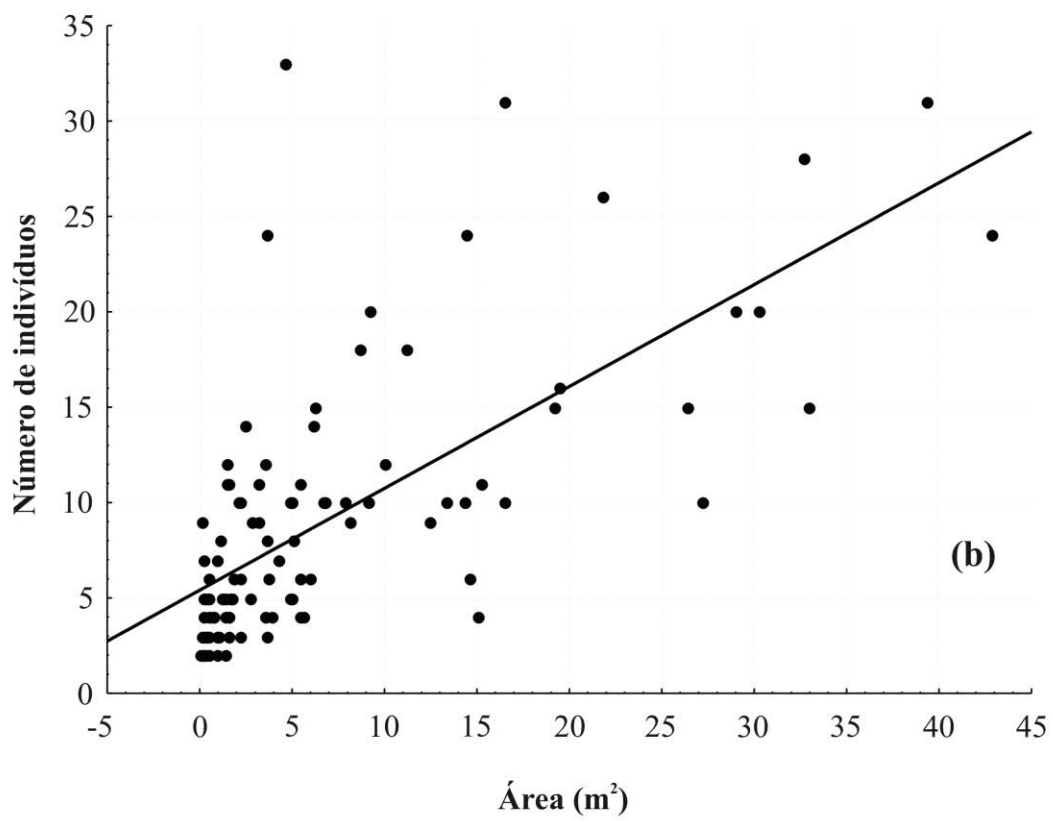
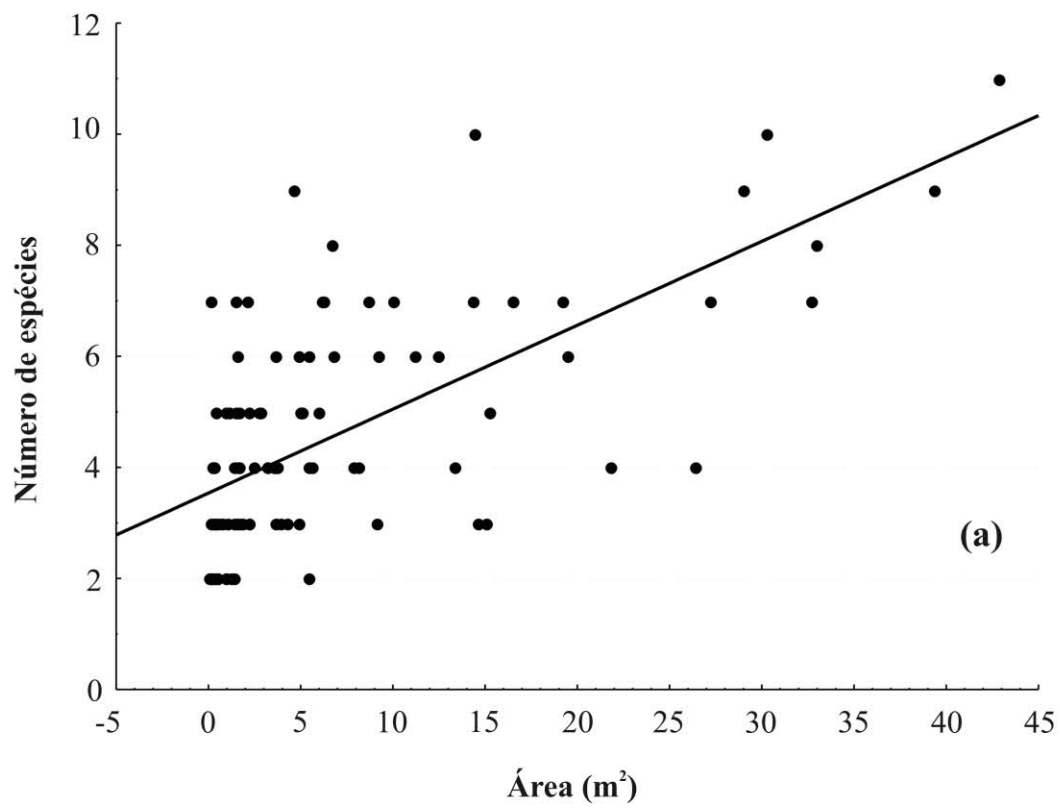
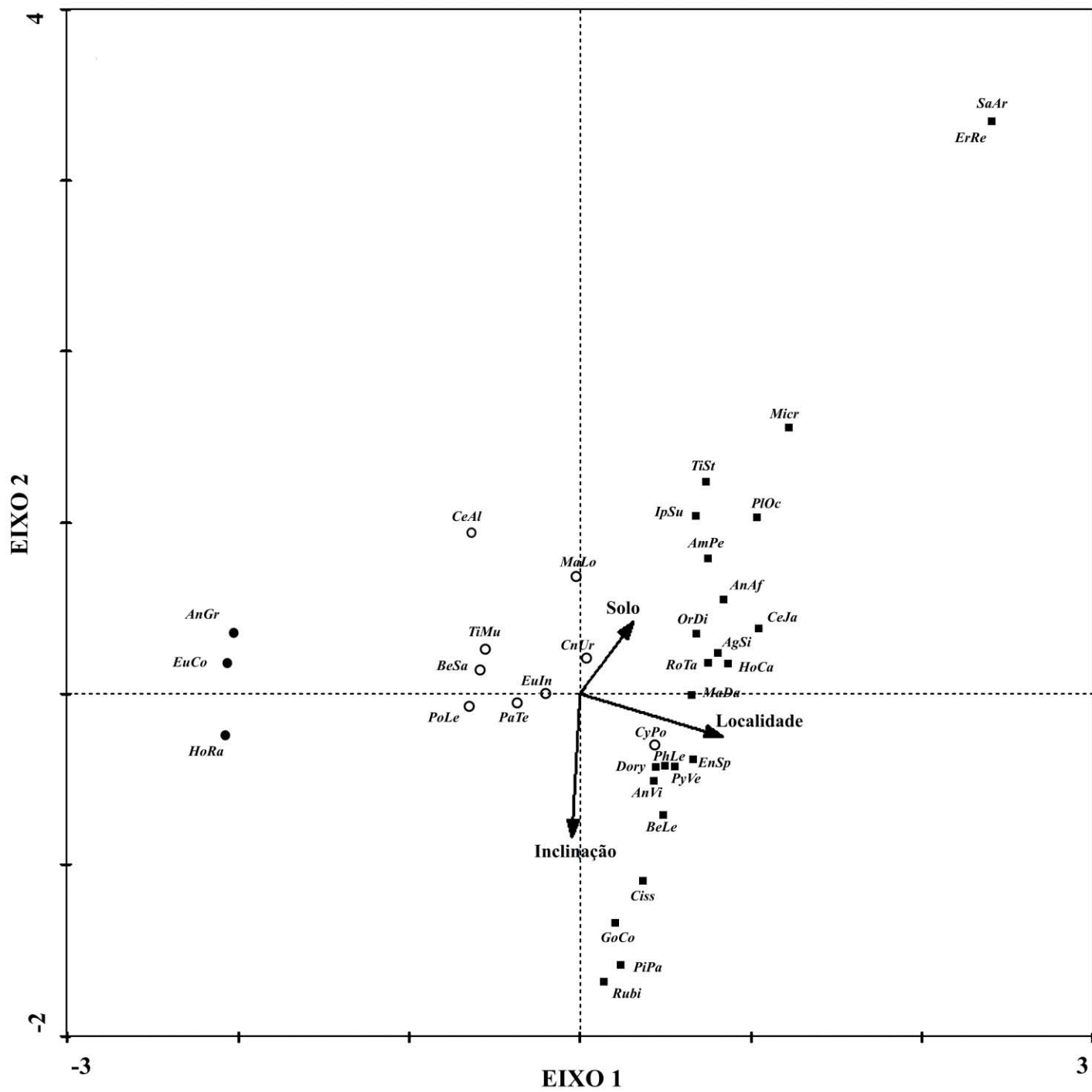


Fig. 4. Diagrama de ordenação CCA (eixos 1 e 2) de 104 ilhas de vegetação, com três variáveis selecionadas *a posteriori*: profundidade do solo, inclinação da rocha e localidade (setas). Círculos preenchidos – espécies encontradas no afloramento rochoso Pedra Cabeça de Velho; círculos vazios - espécies encontradas em ambas as localidades e quadrados – espécies encontradas no afloramento rochoso Pedra do Guariba. AgSi - *Agave sisalana*, AmPe - *Ameroglossum pernambucensis*, AnVi - *Anemia villosa*, AnAf - *Anthurium affine*, AnGr - *Anthurium gracile*, BeLe- *Begonia lealii*, BeSa - *Begonia saxicola*, CeAl - *Cereus albicaulis*, CeJa - *Cereus jamacaru*, Ciss- *Cissus* sp., CyPo - *Cyrtopodium polyphyllum*, Dory- *Doryopteris* sp., EnSp - *Encholirium spectabile*, ErRe - *Erythroxylum revolutum*, EuCo- *Euphorbia comosa*, EuIn- *Euphorbia insulana*, GoCo - *Gouania colurnifolia*, HoCa - *Hohenbergia cattingae*, HoRa - *Hohenbergia ramageana*, IpSu- *Ipomoea subincana*, MaDa- *Mandevilla dardanoi*, MaLo- *Marsdenia loniceroides*, Micr- *Microgramma* sp., OrDi- *Orthophytum disjunctum*, PaTe- *Paliavana tenuiflora*, PhLe - *Philodendron leal-costae*, PiPa - *Pilosocereus pachycladus*, PlOc - *Pleurothallis ochreatea*, PoLe- *Portea leptantha*, PyVe - *Pyrostegia venusta*, RoTa - *Romanoa tamnoides*, Rubi- Rubiaceae 1, SaAr- *Sapium argutum*, TiMu- *Tibouchina multiflora*, TiSt - *Tillandsia stricta*.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

- ⌘ A flora inventariada apresenta elevada riqueza e famílias dominantes condizentes com o padrão encontrado em outros afloramentos rochosos no NE.
- ⌘ A vegetação é afetada positiva e significativamente pelas variáveis ambientais área, profundidade do solo, inclinação da rocha e localidade.
- ⌘ A área relaciona-se significativamente com a riqueza e com a abundância.
- ⌘ Em contrapartida, a profundidade do solo e a inclinação do trecho da rocha onde a ilha se estabeleceu, relacionam-se significativamente com a composição de espécies. Assim, provavelmente esses dois fatores determinam quais serão as espécies presentes nas ilhas de vegetação.
- ⌘ Outros fatores não incluídos nas análises, possivelmente, afetam a vegetação já que a maior porcentagem da variação das espécies é explicada pela localidade.

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo analisar a composição florística e a estrutura em dois afloramentos rochosos, localizados no semi-árido de PE, Nordeste do Brasil. Também foi testada a possível relação entre a vegetação estudada e quatro variáveis ambientais: área, profundidade do solo, inclinação da rocha e localidade. Ao todo foram encontradas 201 espécies de plantas vasculares, sendo Fabaceae (18spp.; 9%), Asteraceae (17 spp.; 8,5%), Orchidaceae (13 spp.; 6,5%), Euphorbiaceae (12spp.; 6%), Bromeliaceae (10spp.; 5%) e Poaceae (8spp.; 4%) as famílias com maior número de espécies. Três das espécies encontradas são restritas a afloramentos rochosos da região. Foram contabilizados 1795 indivíduos pertencentes a 63 diferentes táxons. A maioria das espécies que apresentaram muitos indivíduos teve frequência baixa nas parcelas e vice-versa. A similaridade de Jaccard entre as localidades foi de 0,347. Os valores do índice de diversidade foram H: 2,572 e H: 2,547 nats/indivíduo. A área é único fator que influencia significativamente a riqueza e abundância, porém é não significativo para composição. Essa mostrou relação com todas as outras variáveis. Assim, as espécies apresentam preferências por determinados tipo de topografia e profundidade do solo. As famílias que predominaram na flora são também comuns e ricas em afloramentos e também na vegetação dos arredores. No entanto, a presença de espécies restritas é indicativa da peculiaridade desses ambientes. Comparando o valor do índice de similaridade com os de outros estudos, pode-se inferir que as duas áreas compartilham flora similar. A diversidade é comparável a afloramentos e a vegetação herbácea da região. Ilhas de vegetação com maior área apresentam uma série de peculiaridades que permitem que elas apresentem mais espécies, como maior quantidade de micro-sítios. Com base na regressão múltipla e na CCA, possivelmente a inclinação e a profundidade do solo não determinam quantas espécies e quantos indivíduos colonizarão determinada ilha, mas sim quais serão essas possíveis espécies. Essa associação entre o conjunto florístico com a topografia e com as características edáficas apóia muitas observações descritivas em afloramentos rochosos. Porém, como a CCA mostra que a maior porcentagem da variação das espécies é explicada pela localidade, possivelmente variáveis externas as análises devem estar também afetando a vegetação.

Palavras-chave: ilhas de vegetação, *inselberg*, Caatinga.

ABSTRACT

The objectives of this work were to analyze the floristic composition and the vegetation structure in two rocky outcrops, located in the semi-arid of PE, Northeast of Brazil. Also was tested the possible relationships between the studied vegetation and four environmental variables: area, soil depth, inclination of the rock and locality. This work documents 201 species of vascular plants, where Fabaceae (18spp. ; 9%), Asteraceae (17 spp. ; 8.5%), Orchidaceae (13 spp. ; 6.5%), Euphorbiaceae (12spp. ; 6%), Bromeliaceae (10spp. ; 5%) and Poaceae (8spp. ; 4%) were the families with bigger number of species. Three of species recorded are restricted the rocky outcrops of the region. Were found 1795 individuals of 63 taxons. The majority of the species that had presented many individuals had frequency low in the parcels and vice versa. The similarity of Jaccard between the localities was 0,347. The values of the diversity index had been H: 2,572 and H: 2,547 nats/individual. The area is only factor that significantly influences the richness and the abundance, however is not significant for composition. This showed to relation with all the other variables. Thus, the species present definitive preferences for type of topography and soil depth. The families who had predominated in the flora are also common and rich in outcrops and also in the vegetation of the surrounds. However, the presence of restricted species is indicative of the peculiarity of these environments. Comparing the value of the index of similarity with the ones of other studies, it can be inferred that the two areas belong to the same flora. The diversity is comparable the outcrops and the herbaceous vegetation of the region. Islands of vegetation with higher area present peculiarities that allow that they present more species, as higher amount of micro-sites. On the basis of the multiple regression and in the CCA, the inclination and the soil depth possibly don't determine how many species and how many individuals will colonize island, but which will be these species. This relationship enters the flora with the topography and the soil characters it supports many descriptive comments in rocky outcrops. However, as the CCA sample that the more percentage of the variation of the species is explained by the locality, probably external variable must be also affecting the vegetation.

Key-word: vegetation island, inselberg, *Caatinga*.

NORMAS DOS PERIÓDICOS

Flora – Instructions to Authors

1. FLORA publishes regular articles and reviews, the latter solicited by the editors. Only contributions will be accepted which have not been published previously.

Manuscripts should be submitted in triplicate to the Editor-in-Chief: Prof. i.R. Dr. Rainer Lösch, Nebensteingasse 1, D-63739 Aschaffenburg, Germany, e-mail: loesch@uni-duesseldorf.de. In cases with difficult postage connections, manuscript submission may occur also in form of an e-mail attachment. An electronic file of the text (by preference in "Word" under "Windows") should be delivered after manuscript acceptance; it is not needed to add it earlier. Correspondence between authors and editor occurs by preference via e-mail.

2. **Copyright.** Once a paper is accepted, authors will be asked to transfer copyright (for more information on copyright, see <http://www.elsevier.com/authorsrights>). A form facilitating transfer of copyright will be provided after acceptance. If material from other copyrighted works is included, the author(s) must obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article.

3. The manuscript will be **reviewed** by two referees, at least one of them being a Flora Editorial Board member. Decision about acceptance of a manuscript is based upon these reviews.

4. Manuscripts should be written in **English or German**; publication in English is recommended. Publication in French or Spanish is possible in exceptional cases by appointment of the editor-in-chief. Authors not using their mother tongue are strongly advised to have the text reviewed by a native speaker before submission. Manuscripts should be **submitted in final form** and prepared in accordance with the journal's accepted practice, form and content. Manuscripts should be checked carefully to exclude the need for corrections in proof. They should be typed doublespaced throughout, on one side of the paper only and with wide margins.

5. The first page (**title page**) should contain the full title of the paper, the full name(s) and surname(s) of the author(s), name of laboratory where the study was carried out, and the address (incl. e-mail) of the author(s).

6. Each manuscript must be preceded by an **English title** and an **English abstract** which presents briefly the major results and conclusions of the paper. In case of not-English-written papers this summary must be more extensive as normal and may be as long as maximally 1½ printed pages. Immediately following the abstract, up to six **English key words** should be supplied indicating the scope of the paper. **Legends of figures and tables** must be given also in **English** in the case of non-English papers.

7. Papers should be written as concise as possible; as a rule, the total length of an article must not exceed 10 printed pages; exceptions are possible only upon explicit consent of the editors.

The main portion of the paper should preferably be divided into four sections: **Introduction, Materials and methods, Results, and Discussion**, followed by **Acknowledgements** (if necessary) and **References**. Each section and sub-section must bear a heading.

8. **Text marking:** Names of Authors should not be written in capitals. Scientific names up to the genus are to be written in italics or underlined with a wavy line (*Viola alba* subsp. *alba*); plant community names are not to be printed in italics (*Seslerietum*, but *Sesleria*-slope). The SI-System of units must be used wherever possible.

9. The beginning of a paragraph should be indented. The section "References", captions for illustrations and tables will be printed in small print (petit).

10. Each **table** should be typed on a separate sheet of paper resp. on a separate page of a file. Tables should be numbered consecutively in Arabic numerals, e.g. "Table 1, Table 2", etc., and attached to the end of the text. Tables should be supplied with headings, kept as simple as possible.

11. **Figures** (including photographic prints, line drawings and maps) should be numbered consecutively in Arabic numerals, e.g. "Fig. 1, Fig. 2", etc. and attached to the text after the tables. Legends for figures should be listed consecutively on a separate page. Plan all figures to suit a column width of 7.9 cm or a page width of 16.7 cm. Figures, in particular photographs, may be combined to a maximum plate size of 16.7 cm x 22.0 cm.

Submit illustration **files** separately from text files. Files for full color images must be in a CMYK color space. All illustration files should be in TIFF or EPS formats. Journal quality reproduction will require greyscale and color files at resolutions yielding approximately 300 dpi. Bitmapped line art should be submitted at resolutions yielding 600-1200 dpi.

12. **Photographs** should be black-and-white, high-contrast, sharp glossy prints of the original negative and in a square or rectangular format.

Free colour reproduction. If, together with your accepted article, you submit usable colour figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in colour on the web (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in colour in the printed version. Colour figures can be printed only if the costs are covered by the author (€ 250.00 for first colour figure, € 200.00 for every following colour

figure). For further information on the preparation of electronic artwork, please see www.elsevier.com/locate/authorartwork.

Magnification of microphotographs should be indicated by a scale bar. Inscriptions, marks, and scale bars should preferably be drawn neatly in black ink in an appropriate size on the face of the illustrations. When several pictures are used to produce a single plate, please ensure that they fit each other in size, are of equal contrast, and that they correspond to the caption in number and description.

13. **Line drawings** (incl. maps) should be large enough in all their details to permit a suitable reduction. Important points to note are thickness of lines, size of inscriptions, size of symbols, adequate spacing of shaded and dotted areas. Line drawings must be submitted as black drawings on white paper. If computerplotted they must have laser-print quality. If traditionally drawn the originals must be prepared with Indian ink according to the established methods of technical drawing.

14. Figures and tables should always be mentioned in the text in numerical order. The author should mark in the margin of the manuscript where figures and tables are to be inserted.

15. When quoting **references** in the text, the following format should be used: Meyer (1999) resp. (Meyer, 1999), Meyer and Smith (1995) resp. (Meyer and Smith, 1995) or Meyer et al. (1990) resp. (Meyer et al., 1990). Several papers by the same author(s) published in the same year should be differentiated in the text, and in the list of references, by a, b, c following the year of publication. "et al." should be used in the text in the case of more than two authors. Quotations of references from different authors within one pair of brackets must be separated by semicolons, commas are to be put between the years of publication of papers of the same author: (Meyer, 1992, 1999; Meyer and Smith, 1995; Jones et al., 1998a, b).

References should be listed alphabetically. Listings of several works by the same author should be grouped in chronological order. Then, papers of this author each with another one will follow according to the alphabetical order of the second author names, papers with three and more authors ("et al." in the text) will then be arranged again in the chronological order. The style to be used is shown in the following examples:

a. Papers published in periodicals:

Akhalkatsi, M., Wagner, J., 1996. Reproductive phenology and seed development of *Gentianella caucasea* in different habitats in the Central Caucasus. *Flora* 191, 161-168.

Zotz, G., Patiño, S., Tyree, M.T., 1997. CO₂ gas exchange and the occurrence of CAM in tropical woody hemiepiphytes. *J. Exp. Biol.* 192, 143-150.

b. Books:

Takhtajan, A., 1959. *Die Evolution der Angiospermen*. G. Fischer, Jena.

c. Papers published in multiauthor books:

Mathes, U., Feige, G.B., 1983. Ecophysiology of lichen symbiosis. In: Lange, O.L., Nobel, P.S., Osmond, C.B., Ziegler, H. (Eds.), *Physiological plant ecology. II. Responses to the chemical and biological environment*. Encyclopedia of plant physiology. New Series, vol. 12C, Springer, Berlin-Heidelberg-New York, pp. 423-467.

The titles of books and papers in periodicals should always be quoted completely and exactly. Titles of periodicals should be abbreviated according to the usual rules listed e.g. in the World List of Scientific Periodicals or in Biological Abstracts. The number of the volume should be given in Arabic numerals.

16. When papers are cited which were originally published in languages which use alphabets other than Latin (e.g. Russian Cyrillic etc.), then the author, title of the paper and the periodical name itself must be **transliterated** using standards like ISO 1 or ISO 2 (cf. *Taxon* 30: 168-183).

17. FLORA is produced directly in **page set**. Consequently the author only receives the final page proofs for checking and approval. *Extended corrections are not more possible at this stage.*

18. Publication of an article of normal size and without color photographs in FLORA is **free of charge** to the author(s). In exchange, the **Copyright** of the article is transferred to the publisher. However, the author(s) will be free to use single figures or tables of the article in subsequent own work. The corresponding author, at no cost, will be provided with a PDF file of the article via e-mail or, alternatively 30 free paper offprints. The PDF file is watermarked version of the published article and includes a cover sheet with the journal cover image and a disclaimer outlining the terms and conditions of use. Additional offprints may be ordered when proofs are returned. Authors who pay for printed colour figures will be sent another 50 free off-prints. Until publication of the print edition, corrected proofs will be available at online first (www.sciencedirect.com).

19. **Funding body agreements and policies.** Elsevier has established agreements and developed policies to allow authors who publish in Elsevier journals to comply with potential manuscript archiving requirements as specified as conditions of their grant awards. To learn more about existing agreements and policies please visit <http://www.elsevier.com/fundingbodies>.

BIOTROPICA – JOURNAL OF THE ASSOCIATION FOR TROPICAL BIOLOGY AND CONSERVATION

CHECKLIST FOR PREPARATION OF MANUSCRIPTS AND ILLUSTRATIONS (updated September 2008)

Online submission and review of manuscripts is mandatory effective 01 January 2005.

Please format your paper according to these instructions and then go to the following website to submit your manuscript (<http://mc.manuscriptcentral.com/bitr>). Contact the BIOTROPICA Office for assistance if you are unable to submit your manuscript via Manuscript Central (biotropica@env.ethz.ch).

Authors are requested to provide a **cover letter** that details the **novelty**, **relevance** and **implications** of their work, and a brief explanation of the suitability of the work for BIOTROPICA. The number of words in the manuscript should also be given in the cover letter.

I. General Instructions

- Publication must be in English, but second abstract in other languages (such as Spanish, French, Portuguese, Hindi, Arabic, Chinese etc.) may be published as Online Supplementary Material. BIOTROPICA offers assistance in editing manuscripts if this is required (see English Editorial Assistance below). Second abstracts will **not** be copy-edited and the author(s) must take full responsibility for content and quality.
- Manuscripts may be submitted in the following categories, based on these suggested word limits:
 - Paper (up to 5000 words)
 - Insights (up to 2000 words)
 - Review (up to 8000 words)
 - Commentary (up to 2000 words)Word counts exclude title page, abstract(s), literature cited, tables, figures, or appendices.
- Use 8.5" x 11" page size (letter size). Double space everything, including tables, figure legends, abstract, and literature cited.
- Use a 1" margin on all sides. Align left. Avoid hyphens or dashes at ends of lines; do not divide a word at the end of a line.
- Use standard 12 point type (Times New Roman).
- Indent all but the first paragraph of each section.
- Use italics instead of underline throughout. Italicize non-English words such as *e.g.*, *i.e.*, *et al.*, *cf.*, *ca.*, *n.b.*, *post-hoc*, and *sensu* (the exceptions being 'vs.' and 'etc.').
- Include page number in the centre of all pages. Do use line numbering starting on each page.
- Cite each figure and table in the text. Tables and figures must be numbered in the order in which they are cited in the text.
- Use these abbreviations: yr (singular & plural), mo, wk, d, h, min, sec, diam, km, cm, mm, ha, kg, g, L, g/m²
- For units, avoid use of negative numbers as superscripts: use the notation /m² rather than m⁻².
- Write out other abbreviations the first time they are used in the text; abbreviate thereafter: "El Niño Southern Oscillation (ENSO) . . ."
- Numbers: Write out one to ten unless a measurement (*e.g.*, four trees, 6 mm, 35 sites, 7 yr, 10 × 5 m, > 7 m, ± SE) or in combination with other numbers (*e.g.*, 5 bees and 12 wasps). Use a comma as a

separator in numbers with **more than** four digits (*i.e.*, 1000, but 10,000); use decimal points as in 0.13; 21°C (no spaces); use dashes to indicate a set location of a given size (*e.g.*, 1-ha plot).

- ❑ Spell out 'percent' except when used in parentheses (20%) and for 95% CI.
- ❑ Statistical abbreviations: Use italics for *P*, *N*, *t*, *F*, *R*², *r*, *G*, *U*, *N*, χ^2 (italics, superscripts non-italics); but use roman for: df, SD, SE, SEM, CI, two-way ANOVA, ns
- ❑ Dates: 10 December 1997; Times: 0930 h, 2130 h
- ❑ Latitude and Longitude are expressed as: 10°34'21" N, 14°26'12" W
- ❑ Above sea level is expressed as: asl
- ❑ Regions: SE Asia, UK (no periods), but note that U.S.A. includes periods.
- ❑ Geographical place names should use the English spelling in the text (Zurich, Florence, Brazil), but authors may use their preferred spelling when listing their affiliation (Zürich, Firenze, Brasil).
- ❑ Lists in the text should follow the style: ... : (1)... ; (2)...; and (3)..., as in, "The aims of the study were to: (1) evaluate pollination success in *Medusagyne oppositifolia*; (2) quantify gene flow between populations; and (3) score seed set."
- ❑ Each reference cited in text must be listed in the Literature Cited section, and vice versa. Double check for consistency, spelling and details of publication, including city and country of publisher.
- ❑ For manuscripts ACCEPTED for publication but not yet published, cite as Yaz (in press) or (Yaz, in press). Materials already published online can be cited using the digital object identifier (doi)
- ❑ Literature citations in the text are as follows:
 - One author: Yaz (1992) or (Yaz 1992)
 - Two authors: Yaz and Ramirez (1992); (Yaz & Ramirez 1992)
 - Three or more authors: Yaz *et al.* (1992), but include ALL authors in the literature cited section.
- ❑ Cite unpublished materials or papers not in press as (J. Yaz, pers. obs.) or (J. Yaz, unpubl. data). Initials and last name must be provided. 'In prep' or 'submitted' are NOT acceptable, and we encourage authors not to use 'pers. obs.' or 'unpubl. data' unless absolutely necessary. Personal communications are cited as (K. A. Liston, pers. comm.).
- ❑ Use commas (Yaz & Taz 1981, Ramirez 1983) to separate citations, BUT use semicolon for different types of citations (Fig. 4; Table 2) or with multiple dates per author (Yaz *et al.* 1982a, b; Taz 1990, 1991). Order references by year, then alphabetical (Azy 1980, Yaz 1980, Azy 1985).
- ❑ Assemble manuscripts in this order:
 - Title page
 - Abstract (s)
 - Key words
 - Text
 - Acknowledgments (spelled like this)
 - Literature cited
 - Tables
 - Appendix (when applicable)
 - Figure legends (one page)
 - Figures
- ❑ For the review purpose, submit the entire manuscript, with Tables, Figure legends and Figures embedded at the end of the manuscript text, as a Microsoft Word for Windows document (*.doc), or equivalent for Mac or Linux. Do NOT submit papers as pdf files.

II. Title Page

(Do not number the title page)

- ❑ Running heads two lines below top of page.
LRH: Yaz, Pirozki, and Peigh (may not exceed 50 characters or six author names; use Yaz *et al.*)
RRH: Seed Dispersal by Primates (use capitals; may not exceed 50 characters or six words)
- ❑ Complete title, flush left, near middle of page, Bold Type and Initial Caps, usually no more than 12 words.
- ❑ Where species names are given in the title it should be clear to general readers what type(s) of organism(s) are being referred to, either by using Family appellation or common name. For example: 'Invasion of African Savanna Woodlands by the Jellyfish tree *Medusagyne oppositifolia*', or 'Invasion of African Savanna Woodlands by *Medusagyne oppositifolia* (Medusagynaceae)'
- ❑ Titles that include a geographic locality should make sure that this is clear to the general reader. For example: 'New Species of Hummingbird Discovered on Flores, Indonesia', and NOT 'New Species of Hummingbird Discovered on Flores'.
- ❑ Below title, include author(s) name(s), affiliation(s), and unabbreviated complete address(es). Use superscript number(s) following author(s) name(s) to indicate current location(s) if different than above. In multi-authored papers, additional footnote superscripts may be used to indicate the corresponding author and e-mail address. **Please refer to a current issue.**
- ❑ At the bottom of the title page every article must include: Received ____; revision accepted ____ . (BIOTROPICA will fill in dates.)

III. Abstract Page (Page 1)

- ❑ Abstracts should be concise (maximum of 250 words for papers and reviews; 50 words for Insights; no abstract for Commentary). Include brief statements about the intent, materials and methods, results, and significance of findings. The abstract of Insights should emphasise the novelty and impact of the paper.
- ❑ Do not use abbreviations in the abstract.
- ❑ **Authors are strongly encouraged to provide a second abstract in the language relevant to the country in which the research was conducted**, and which will be published as Online Supplementary Materials. This second abstract should be embedded in the manuscript text following the first abstract.
- ❑ Provide up to eight key words after the abstract, separated by a semi-colon (;). Key words should be listed alphabetically. Include location, if not already mentioned in the title. See style below. Key words should NOT repeat words used in the title. Authors should aim to provide informative key words—avoid words that are too broad or too specific.
- ❑ *Key words*: Melastomataceae; *Miconia argentea*; seed dispersal; Panama; tropical wet forest.—Alphabetized and key words in English only.

IV. Text

(Page 2, etc) See General Instructions above, or recent issue of BIOTROPICA (Section I).

- ❑ No heading for Introduction. First line or phrase of Introduction should be SMALL CAPS.
- ❑ Main headings are **METHODS**, **RESULTS**, and **DISCUSSION**: All CAPITALS and **Bold**. Flush left, one line.
- ❑ One line space between main heading and text
- ❑ Second level headings: SMALL CAPS, flush left, Capitalize first letter, begin sentence with em-dash, same line (*e.g.*, INVENTORY TECHNIQUE.—The ant inventory...).
- ❑ Use no more than second level headings.
- ❑ Do not use footnotes in this section.

- ❑ References to figures are in the form of ‘Fig. 1’, and tables as ‘Table 1’. Reference to Online Supplementary Material is as ‘Fig. S1’ or ‘Table S1’.

V. Literature Cited

(Continue page numbering and double spacing)

- ❑ No ‘in prep.’ or ‘submitted’ titles are acceptable; cite only articles published or ‘in press’. ‘In press’ citations must be accepted for publication. Include journal or publisher.
- ❑ Verify all entries against original sources, especially journal titles, accents, diacritical marks, and spelling in languages other than English.
- ❑ Cite references in alphabetical order by first author's surname. References by a single author precede multi-authored works by the same senior author, regardless of date.
- ❑ List works by the same author chronologically, beginning with the earliest date of publication.
- ❑ Insert a period and space after each initial of an author's name; example: YAZ, A. B., AND B. AZY. 1980.
- ❑ Authors Names: use SMALL CAPS.
- ❑ **Every** reference should spell out author names as described above. BIOTROPICA no longer uses ‘em-dashes’ (—) to substitute previously mentioned authors.
- ❑ Use journal name abbreviations (see <http://www.bioscience.org/atlas/jourabbr/list.htm>). If in doubt provide full journal name.
- ❑ Double-space. Hanging indent of 0.5 inch.
- ❑ Leave a space between volume and page numbers and do not include issue numbers. 27: 3–12
- ❑ Article in books, use: AZY, B. 1982. Title of book chapter. *In* G. Yaz (Ed.). Book title, pp. 24–36. Blackwell Publications, Oxford, UK.
- ❑ Dissertations, use: ‘PhD Dissertation’ and ‘MSc Dissertation’.

VI. Tables

(Continue page numbering)

- ❑ Each table must start on a separate page, double-spaced. The Table number should be in Arabic numerals followed by a period. Capitalize first word of title, double space the table caption. Caption should be italicized, except for words and species names that are normally in italics.
- ❑ Indicate footnotes by lowercase superscript letters (^a, ^b, ^c, etc.).
- ❑ Do not use vertical lines in tables.
- ❑ Ensure correct alignment of numbers and headings in the table (see current issues)
- ❑ Tables must be inserted as a Word table or copy and pasted from Excel in HTML format.

VII. Figure Legends

(Continue page numbering)

- ❑ Double-space legends. All legends on one page.
- ❑ Type figure legends in paragraph form, starting with ‘FIGURE’ (uppercase) and number.
- ❑ Do not include ‘exotic symbols’ (lines, dots, triangles, etc.) in figure legends; either label them in the figure or refer to them by name in the legend.
- ❑ Label multiple plots/images within one figure as A, B, C etc, as in ‘FIGURE 1. Fitness of *Medusagyne oppositifolia* as indicated by (A) seed set and (B) seed viability’, making sure to include the labels in the relevant plot.

VIII. Preparation of Illustrations or Graphs

Please consult <http://www.blackwellpublishing.com/bauthor/illustration.asp> for detailed information on submitting electronic artwork. We urge authors to make use of Online Supplementary Material, particularly for tables and figures that do not have central importance to the manuscript. If the editorial office decides to move tables or figures to OSM, a delay in publication of the paper will necessarily result. We therefore advise authors to identify material for OSM on submission of the manuscript.

- ❑ Black-and-white or half-tone (photographs), drawings, or graphs are all referred to as ‘Figures’ in the text. Consult editor about color figures. Reproduction is virtually identical to what is submitted; flaws will not be corrected. Consult a recent issue of BIOTROPICA for examples.
- ❑ If it is not possible to submit figures embedded within the text file, then submission as *.pdf, *.tif or *.eps files is permissible.
- ❑ Native file formats (Excel, DeltaGraph, SigmaPlot, etc.) cannot be used in production. When your manuscript is accepted for publication, for production purposes, authors will be asked upon acceptance of their papers to submit:
 - Line artwork (vector graphics) as *.eps, with a resolution of < 300 dpi at final size
 - Bitmap files (halftones or photographs) as *.tif or *.eps, with a resolution of < 300 dpi at final size
- ❑ Final figures will be reduced. Be sure that all text will be legible when reduced to the appropriate size. Use large legends and font sizes. We recommend using Arial font (and NOT Bold) for labels within figures.
- ❑ Do not use negative exponents in figures, including axis labels.
- ❑ Each plot/image grouped in a figure or plate requires a label (*e.g.*, A, B). Use upper case letters on grouped figures, and in text references.
- ❑ Use high contrast for bar graphs. Solid black or white is preferred.

IX. Insights (up to 2000 words)

Title page should be formatted as with Papers (see above; RRH: “Insights”)

- ❑ No section headings.
- ❑ Up to two figures or tables (additional material can be published as Online Supplementary Material).

X. Appendices

- ❑ We do NOT encourage the use of Appendices unless absolutely necessary. Appendices will be published as Online Supplementary Material in almost all cases.
- ❑ Appendices are appropriate for species lists, detailed technical methods, mathematical equations and models, or additional references from which data for figures or tables have been derived (*e.g.*, in a review paper). If in doubt, contact the editor.
- ❑ Appendices must be referred to in the text, as Appendix S1. Additional figures and tables may be published as OSM (as described above), but these should be referred to as Fig. S1, Table S1.
- ❑ Appendices should be submitted as a separate file.
- ❑ The editor reserves the right to move figures, tables and appendices to OSM from the printed text, but will discuss this with the corresponding author in each case.

English Editorial Assistance

Authors for whom English is a second language may choose to have their manuscript professionally edited before submission to improve the English and to prepare the manuscript in accordance with the journal style. Biotropica provides this service at the cost of US\$ 25, - per hour. Please contact the Biotropica office at

Biotropica@env.ethz.ch if you wish to make use of this service. The service is paid for by the author and use of a service does not guarantee acceptance or preference for publication.

Manuscripts that are scientifically acceptable but require rewriting to improve clarity and to conform to the Biotropica style will be returned to authors with a provisional acceptance subject to rewriting. Authors of such papers may use the Biotropica editing service at the cost of US\$ 25, - per hour for this purpose.

Most papers require between two to four hours, but this is dependent on the work required. Authors will always be contacted should there be any uncertainty about scientific meaning, and the edited version will be sent to authors for final approval before proceeding with publication.

Questions? Please consult the online user's guide at Manuscript Central first before contacting the editorial office

Phone: 0041 44 632 89 45

Editor's Phone: 0041 44 632 86 27

Fax: 0041 44 632 15 75

biotropica@env.ethz.ch

Please use this address for all inquiries concerning manuscripts and editorial correspondence.